

Universitat de Lleida
Grado en Fisioteràpia

“Efectividad de la terapia manual miofascial en el suelo pélvico combinada con un bike fit y reeducación ergonómica de la postura para el tratamiento de los trastornos urogenitales por la compresión perineal del ciclista”

-Estudio piloto-

Por: Ignacio Navarrete Martínez

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Tutor/a: Francesc Rubí Carnacea

Trabajo final de grado

Proyecto de Investigación

Curso 2016-2017

26/05/2017

ÍNDICE

1. MARCO TEÓRICO	10
1.1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.2. FISIOPATOLOGÍA	11
1.3. EPIDEMIOLOGÍA.....	13
1.4. ANATOMÍA.....	14
1.4.1. Nervio pudendo.....	14
1.4.2. Arteria pudenda interna	16
1.4.3. Sistema muscular perineal.....	16
1.5. CLÍNICA	16
1.6. EXPLORACIÓN FÍSICA	17
1.7. Manejo diagnóstico y terapéutico en la actualidad	19
1.7.1. Diagnóstico	19
1.7.2. Tratamiento.....	21
1.8. BIOMECÁNICA DEL CICLISMO	23
1.8.1. Análisis cinemático del ciclo de pedaleo, postura y bikefitting	23
1.8.2. Electromiografía del ciclo de pedaleo	25
1.8.3. Influencia de una correcta biomecánica y factores perpetuantes de compresión	26
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	28
3. HIPÓTESIS.....	31
4. OBJETIVOS	31
5. METODOLOGÍA.....	32
5.1. DISEÑO.....	32
5.2. SUJETOS DE ESTUDIO	33
5.3. VARIABLES DE ESTUDIO.....	38
5.4. MANEJO DE LA INFORMACIÓN/RECOGIDA DE DATOS	43

5.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
5.6.	PLAN DE INTERVENCIÓN	46
5.7.	GENERALIZACIÓN Y APLICABILIDAD.....	54
6.	CALENDARIO	55
6.1.	FASE PREVIA.....	55
6.2.	OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	56
6.4.	ANÁLISIS DE LOS DATOS, RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	58
7.	LIMITACIONES Y POSIBLES SESGOS	60
8.	PROBLEMAS ÉTICOS	62
9.	ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO	63
10.	PRESUPUESTO	64
10.1.	ESTIMACIÓN FINANCIERA	64
10.2.	AYUDAS Y SUBVENCIONES.....	67
11.	BIBLIOGRAFÍA	69
12.	ANEXOS	81

Índice de tablas

Tabla 1 Variables de Estudio	38
Tabla 2 Presupuesto Recursos Materiales- Oficina.....	64
Tabla 3 Presupuesto Recursos Materiales-Bike fit.....	65
Tabla 4 Recursos Materiales-Intervención.....	65
Tabla 5 Recursos Materiales-Diagnóstico.....	65
Tabla 6 Recursos Humanos.....	67

Índice de figuras

Figura 1 Calendario	59
Figura 2 Organización del estudio	63

Índice de acrónimos

PSA: Antígeno prostático específico

ATP: Adenosín Trifosfato

DE: Disfunción eréctil

pO₂: Presión parcial del oxígeno

MMAS: Massachusetts Male Aging Study: Estudio masculino del envejecimiento de Massachusetts

SNC: Sistema nervioso central

PGM: Punto gatillo miofascial

PMS o TDC: Punto Muerto Superior o Top Dead Center

PMI o BDC: Punto Muerto Inferior o Bottom Dead Center

SH: Saddle height: Altura del sillín

EPCs: Endotelial progenitor cells: Células endoteliales progenitoras

EMPs: Endotelial microparticles: Micropartículas endoteliales

CAR: Centro de alto rendimiento

CTD: Centro de tecnificación deportiva

GESOP: Gabinete de Estudios Sociales y Opinión Pública

SDT: Síndrome de déficit de testosterona

HIT: Hipogonadismo de inicio tardío

IMC: Índice de masa corporal

REM: Rapid Eye Movements: Movimientos oculares rápidos

EVA: Escala visual analógica

ROM: Range of motion: Rango de movimiento

LSCT: Lamberts and Lambert Submaximal Cycle Test: Test submáximo de Lamberts y Lambert para ciclismo

PPO: Peak power output: Producción de potencia máxima

UL: Umbral de lactato

CONEBY: Confederation of the European Bicycle Industry

FECT: Federación Española de Cicloturismo

RFEC: Real Federación Española de Ciclismo

IBFI: International Bike Fitting Institute

RESUMEN

El correcto ajuste de la bicicleta según las características propias de cada ciclista (bike fit) combinado con una reeducación ergonómica y un programa de entrenamiento, ¿es eficaz en la mejora de la sintomatología y el estado de salud en ciclistas con trastornos urogenitales causados por compresión perineal?

¿Es el tratamiento del síndrome de disfunción miofascial del suelo pélvico combinado con las medidas anteriores un factor imprescindible para la obtención de resultados significativamente más positivos?

Objetivos: Determinar la efectividad de la terapia manual miofascial en el suelo pélvico como un factor clave en el tratamiento cuando es combinada con las medidas anteriores para mejorar la intensidad del dolor, función eréctil, irrigación sanguínea peneana y la reducción o desaparición total del entumecimiento genital durante y después de la práctica deportiva.

Metodología: Se realizará un estudio piloto experimental, comparativo, controlado, de tipo longitudinal con ciego simple. Presentará una duración de 1 año y 4 meses, donde la intervención constará de 12 semanas. Estará formado por dos grupos de 30 ciclistas de carretera, divididos mediante una aleatorización estratificada. El grupo control recibirá el bike fit más los cambios ergonómicos, para realizar un entrenamiento posterior de 3 días a la semana con reposo de 48 horas entre ellos. El grupo de intervención realizará las medidas anteriores pero intercambiará el reposo por fisioterapia del suelo pélvico.

Palabras clave: Ciclismo, bike fit, ergonomía, síndrome de atrapamiento del nervio pudendo, disfunción endotelial, entumecimiento genital, disfunción eréctil, síndrome de dolor miofascial.

ABSTRACT

The correct bike fit according to the characteristics of each cyclist, combined with an ergonomic reeducation of driving position and with a training program, is it effective in the improvement of the symptomatology and the state of health in cyclists with urogenital disorders caused by perineal compression?

Is the treatment of myofascial pelvic floor dysfunction syndrome combined with the previous measures an essential factor for obtaining significantly more positive results?

Objectives: To determine the effectiveness of myofascial manual therapy in the pelvic floor as a key treatment factor when is combined with the previous measures to improve pain intensity, erectile function, penile blood supply and the total reduction or disappearance of genital numbness during and after sports practice.

Methodology: An experimental, comparative, controlled, prospective and longitudinal pilot study with simple blind will be performed on July 1, 2017, with a duration of 1 year and 4 months, where the intervention phase will consist of 12 weeks. It will consist of two groups of 30 road cyclists, divided by stratified randomization. The control group will receive the bike fit and the ergonomic changes, to carry out a subsequent training of 3 days a week, with rest of 48 hours between them. The intervention group will carry out the previous measures but will exchange the rest for physiotherapy in the pelvic floor.

Keywords: Cycling, bike fit, ergonomics, pudendal nerve entrapment syndrome, endothelial dysfunction, genital numbness, erectile dysfunction, myofascial pain syndrome.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. INTRODUCCIÓN

Millones de personas de todas las edades utilizan el ciclismo como un medio popular de transporte, recreación, deporte y como forma fácilmente disponible y eficiente de ejercicio aeróbico sin impacto. Presenta beneficios considerables para la salud cardiovascular, pérdida de peso, relajación y mejora de la calidad de vida (1,2). Por otro lado, las bicicletas son también una fuente común de lesiones significativas por traumatismos agudos o por lesiones crónicas o de sobreuso. Las regiones del cuerpo más comúnmente involucradas por lesiones de sobreuso son la mano, la muñeca, raquis cervical, raquis lumbar y rodilla. Sin embargo, se ha informado de que el ciclismo es una causa posible y no infrecuente de una variedad de trastornos urogenitales provocados por una constante compresión del periné contra el sillín de forma mantenida y repetitiva durante el uso de la bicicleta (3,4).

Las lesiones por compresión perineal en ciclismo, abarcan un cuadro patológico caracterizado por un conjunto de síntomas provocados principalmente por el atrapamiento y la compresión de las estructuras vasculares y nerviosas en la zona perineal. La presencia de disfunción endotelial, neuropatía del nervio pudendo, alteraciones miccionales/fecales y disfunción sexual, son varios de los principales problemas que caracterizan a este síndrome (1,2,5–7). La infertilidad, hematuria, priapismo, trombosis del pene, torsión del cordón espermático, prostatitis, induración nodular perineal y antígeno prostático específico (PSA) elevado son condiciones menos comunes y esporádicas pero que pueden llegar a estar presentes (2,8).

El entumecimiento en el periné, el pene, el escroto o las nalgas, al que generalmente se hace referencia como "entumecimiento genital" o "Genital numbness", es probablemente el síntoma más común, reconocido y temprano que indica la compresión (2).

1.2. FISIOPATOLOGÍA

Durante el ciclismo, los impactos repetitivos y la compresión continua del periné contra el sillín generan un aumento de presión que conduce a un atrapamiento del nervio pudendo (síndrome de atrapamiento del nervio pudendo) y una oclusión vascular principalmente de las arterias pudendas internas (1,5).

La patogénesis del síndrome de atrapamiento del nervio pudendo se atribuye a una neuropatía isquémica debido a la hipoxemia transitoria del nervio causada por la compresión sobre los componentes neurovasculares, o por un proceso neuropático primario, ambos como resultado de la presión mecánica directa. La compresión produce una disminución del flujo sanguíneo intraneural, deterioro del transporte axonal, alteración de la estructura y función nerviosa (1,2,6,9,10).

Las fibras nerviosas dependen para su funcionamiento normal de un suministro sanguíneo ininterrumpido. Se pueden establecer 3 etapas progresivas por aumento de las presiones en la zona atrapada: hipoxia, edema y fibrosis. Con una hipoxia y estasis venosa, se debilita el metabolismo del nervio. La isquemia axonal y la disminución del flujo sanguíneo provoca una reducción de la fosforilación oxidativa y de la producción de ATP. Todo ello provoca que disminuya la eficacia de la bomba de Na⁺, el sistema de transporte axoplásmico, la integridad de la membrana celular y como consecuencia una disminución o pérdida en la transmisión a lo largo de la fibra nerviosa. Con una hipoxia continuada, la lesión del endotelio capilar provocará una extravasación y edema rico en proteínas. Si el edema persiste durante un periodo prolongado, tiene lugar una proliferación de fibroblastos dentro del nervio y un proceso de desmielinización (11) [Anexo 1]. La histopatología de la compresión crónica progresa desde la parestesia intermitente probablemente causada por el compromiso intermitente del flujo sanguíneo neural hasta el adormecimiento constante (10).

La gravedad y severidad del daño neural está dictado principalmente por la duración de la presión y secundariamente por la cantidad de presión, de tal manera que cuanto mayor es la duración de la presión, más significativa es la disfunción neuronal (1,2,10). Un aspecto de gran importancia para entender la patología en ciclistas, los cuales

pueden llegar a producir presiones en el periné mantenidas durante largos periodos de tiempo (12).

La disfunción endotelial es otra posible complicación que puede aparecer como resultado del traumatismo principalmente de las arterias pudenda interna, peneana común contra las superficies óseas del pubis y el sillín (1,5,9) [Anexo 2] [Anexo 3]. El endotelio es una monocapa de células que recubre la pared luminal de los vasos sanguíneos. Entre sus funciones destacan la regulación en la interacción de las células y las proteínas circulantes con las células residentes en la pared vascular, contribución a la homeostasis vascular, la regulación de la coagulación, trombosis, sistema fibrinolítico y la modulación de la actividad de las células musculares de la capa media (13,14). Como resultado del traumatismo puede provocar una proliferación y migración de las células del músculo liso medial, producción de matriz extracelular, engrosamiento miointimal y una patología arterial oclusiva que conduce a presiones arteriales sistólicas disminuidas y disminución de la dureza eréctil durante el estímulo sexual (9,15).

Por muchos años, los informes en la literatura científica han implicado el montar en bicicleta como un factor de riesgo de desarrollo de la disfunción eréctil (DE) (1,6,12,16–18). Varios sistemas reguladores están involucrados en la función eréctil normal. La interrupción de los factores psicológicos, neurológicos, hormonales, vasculares y cavernosos, individualmente o en combinación, puede inducir la DE (19–21).

La compresión continua entre el asiento y la sínfisis púbica o dentro del canal de Alcock, tanto del nervio pudendo que conduce a su atrapamiento, como la oclusión de las arterias pudendas que produce una disminución e insuficiente suministro sanguíneo en el pene, se sugiere como las principales causas y factores de riesgo para el desarrollo de la disfunción eréctil (1,2,6,7,9,17,18,22).

Varios estudios proponen el papel fundamental de la presión de oxígeno (pO_2) del pene en la modulación de la función eréctil masculina (7,18,23). El pO_2 que se correlaciona con el flujo sanguíneo del pene, se ha demostrado disminuir significativamente cuando el ciclista está sentado (7,18,23), variando su porcentaje dependiendo del tipo de sillín (7,22,24,25) y provocando un estado de hipoxemia

(7,18,23). Durante periodos de baja tensión de oxígeno pO_2 , se produce una regulación positiva de la expresión de la TGF- β_1 , la cual induce la síntesis de colágeno y tejido conectivo en el cuerpo cavernoso, conduciendo a una fibrosis peneana e inhibiendo el crecimiento de las células del músculo liso vascular. Sin embargo, durante los altos periodos de pO_2 , la prostaglandina E se activa e induce la relajación del músculo liso y suprime la síntesis de colágeno inducida por la TGF- β_1 en el cuerpo cavernoso del pene. Para una correcta función eréctil, debe existir una correcta interacción entre la PGE y TGF- β_1 para obtener un equilibrio entre el músculo liso y el tejido conectivo del cuerpo cavernoso. La hipoxemia y disminución de la pO_2 por un insuficiente suministro de sangre, lleva a una fibrosis del pene y será contraproducente y una posible causa de la disfunción eréctil (1,26).

1.3. EPIDEMIOLOGÍA

La incidencia reportada en la literatura acerca de los síntomas urogenitales relacionados con la bicicleta varía considerablemente. Los trastornos asociados con la compresión perineal se informan con mucha frecuencia, mostrando suficientes datos y evidencia para poder afirmar que existe relación (1,2,7,12,18,27).

Anderson y Bovim (12) en una encuesta sobre la disfunción eréctil y el entumecimiento genital, compuesta por 160 participantes de una larga carrera de ciclismo amateur en Noruega (540km), informaron que el 21% presentaba entumecimiento genital de duración variable. En el 6%, este entumecimiento duró al menos una semana y existía un 13% de los encuestados con disfunción eréctil después de la carrera. Similarmente, Sommer et al. (18) reportaron entumecimiento genital en un 61% y disfunción eréctil en un 24% de 100 ciclistas que su carga de trabajo semanal excedía los 400 km.

Schwarzer et al. (2) en un gran estudio de cohortes prospectivo realizado entre 1786 miembros de clubes de ciclismo amateur, informó entumecimiento genital entre el 58,3-70,3% de los ciclistas. La tasa de disfunción eréctil fue de un 4%.

Por otro lado, en un cuestionario organizado por el departamento de Urología, junto con la unidad de ciencias del deporte de la universidad de Cologne, reveló una tasa

de impotencia total entre los ciclistas de larga distancia amateur del 13,1%. En comparación, la tasa de impotencia en un grupo de no ciclistas fue 3,9% (1,7).

Marceau et al. (27) desarrolló una investigación epidemiológica con el objetivo de encontrar un factor de correlación entre el ciclismo y la disfunción eréctil. Mediante la evaluación de los datos del Estudio de Envejecimiento Masculino de Massachusetts (MMAS), un estudio transversal a 1.709 ciclistas varones, entre 40 a 70 años de edad, con diferentes niveles y experiencia, mostró que realizar más de 3 horas de ciclismo por semana es un factor de riesgo para los hombres de desarrollar disfunción eréctil.

1.4. ANATOMÍA

1.4.1. Nervio pudendo [Anexo 4]

El nervio pudendo se origina en los segmentos medulares sacros por la fusión de las ramas de S2, S3 y S4. Desciende medial y caudalmente en relación al tronco del nervio ciático. A partir de allí, inmediatamente después de su comienzo, el nervio pudendo acompañado de la arteria pudenda interna y de la vena homónima pasa lateralmente para entrar en la región glútea bajo el músculo piriforme y atravesar el foramen ciático mayor. El haz pudendo cruza alrededor del extremo final del ligamento sacroespinoso. Aquí, entra en contacto con el ligamento sacrotuberoso. Esta relación anatómica reviste una gran importancia, ya que en esta ubicación los ligamentos se comportan como una verdadera pinza que puede comprimir al nervio entre el ligamento sacroespinoso y sacrotuberoso causando su atrapamiento (11,28–30).

Después de pasar alrededor del ligamento sacroespinoso, el cual se encuentra fijado por tejido conectivo en su cara dorsal (31), el nervio pudendo se desplaza a través del agujero ciático menor pasando bajo el músculo elevador del ano. A partir de aquí, entra en el canal pudendo o de Alcock, formado por la prolongación lateral de la fascia del obturador interno, limitado medial y cranealmente por la fosa isquiorrectal y lateralmente por el obturador interno y el isquion. En el canal, se encuentra el nervio rodeado de vasos, tejido graso, conectivo y también es un posible punto de atrapamiento (11,28–30,32). A lo largo del canal, el nervio se divide en sus 3 ramas terminales: nervio rectal inferior, nervio perineal y nervio dorsal del clítoris/pene (29).

Hasta ese momento, el nervio estaba protegido por los huesos de la pelvis, sin embargo, en el caso del género masculino, existe un posible lugar potencialmente susceptible de atrapamiento. El nervio dorsal del pene entra en un canal de 3 cm de tamaño, justo distal al diafragma urogenital en la entrada de la base del pene. Este canal está construido por el hueso de la sínfisis púbica dorsocranealmente, la rama inferior del pubis y una fuerte porción ligamentosa del ligamento suspensorio en su borde lateral e inferomedialmente por el cuerpo isquiocavernoso y la túnica albugínea. Las personas expuestas a la irritación mecánica repetitiva en esta región son especialmente susceptibles de lesión (28). Por lo tanto, existen puntos anatómicos donde el nervio se encuentra relativamente fijo y expuesto a la fricción de estructuras adyacentes, susceptibles de originar una lesión nerviosa (11,28–30,32).

Las 3 ramas terminales del nervio pudiendo poseen en diferente proporción fibras motoras, sensitivas y autonómicas. Por ello, su atrapamiento puede causar signos y síntomas de expresión en cualquiera de los 3 ámbitos. La primera rama es el nervio rectal inferior que en la mayoría de pacientes comienza en el canal de Alcock, sus ramas terminales sensitivas inervan el canal anal, el tercio caudal del recto y la piel de la zona vulvar y perianal. Su segunda rama es el nervio perineal, que emerge en la salida del canal pudiendo, sus ramas motoras cruzan el diafragma perineal ventral y terminan en el esfínter estriado de la uretra, también inerva los músculos isquiocavernoso, bulboesponjoso, perineal transverso superficial y profundo. Sus ramas sensitivas envuelven la uretra, la mayor parte del escroto o los labios mayores y menores en la mujer. La tercera rama, la forma el nervio dorsal que presenta a su vez dos ramas (clitorídea o peneana y la pubiana). Contiene terminaciones que sobrepasan la sínfisis púbica y alcanzan el conducto inguinal. Inerva el dorso del pene o el clítoris (11,29,32). En total, se estima que la inervación es un 30% autonómica (erección y sensación de necesidad urinaria), un 50% sensitiva (piel del periné y genitales) y un 20% motora (esfínter anal externo, músculo elevador del ano, bulbo e isquiocavernoso, músculos perineales profundos y superficiales, esfínter uretral estriado) (29).

1.4.2. Arteria pudenda interna

La principal fuente de suministro de sangre al pene es generalmente a través de la arteria pudenda interna, una rama de la arteria ilíaca interna. La arteria pudenda interna se convierte en la arteria peneana común justo después de dar una rama al periné. Las tres ramas de la arteria peneana son las arterias dorsal, bulbouretral y cavernosa. La arteria cavernosa es responsable de la tumescencia del cuerpo cavernoso, la arteria dorsal de la ingurgitación del glande del pene durante la erección y la arteria bulbouretral irriga el bulbo y el cuerpo esponjoso. Distalmente, las tres ramas se unen para formar un anillo vascular cerca del glande. A lo largo del curso de la arteria cavernosa desprende muchas arterias helicineas que suministran el tejido eréctil trabecular y las sinusoides, dilatándose durante la erección (6).

1.4.3. Sistema muscular perineal

El suelo pélvico es la región anatómica situada debajo del diafragma pelviano en el estrecho inferior de la pelvis que está compuesta por un conjunto de músculos, fascias y ligamentos. Entre sus límites, encontramos el triángulo anal (posterior) y el triángulo urogenital (anterior). El diafragma pélvico, es una capa fina de músculo estriado que está formada por fascículos del músculo elevador del ano y coccígeo que cierran el estrecho inferior de la pelvis y dividen la cavidad pélvica en 2 partes: superior para las vísceras e inferior para la fosa isquiorectal (33,34).

Los músculos del suelo pélvico están formados y orientados en diferentes capas: La superficial (bulboesponjoso, isquiocavernoso, transverso superficial, esfínter externo estriado del ano) y una capa más profunda formada por el transverso profundo (33–35).

1.5. CLÍNICA

No existen criterios patognomónicos que permitan diagnosticar el síndrome de compresión perineal. Sin embargo, presenta una gran variedad de características clínicas que permiten ser sugestivas del diagnóstico, adquiriendo una gran importancia una historia clínica exhaustiva (naturaleza de los síntomas, motivo causante, síntomas asociados, factores atenuantes, agravantes) seguida de una exploración física (36–38). El entumecimiento genital durante o después de la práctica deportiva en la bicicleta como se ha comentado anteriormente es probablemente el

síntoma más reconocido y común de la compresión. La mayoría de las veces es el único síntoma o más temprano que indica su aparición (2). Sin embargo, el atrapamiento de las estructuras vasculares y nerviosas puede provocar un mayor número de síntomas. Entre sus formas de presentación, podemos encontrarnos pacientes con dolor, dolor con síntomas urinarios, dolor con problemas en la defecación, dolor con disfunción eréctil y eyaculatoria, alteraciones funcionales sin dolor y cualquiera de los anteriores combinadas (11).

El dolor es de carácter neuropático (ardor, entumecimiento, parestesias, alodinia) siguiendo la distribución del nervio pudiendo (perineal, rectal y en área del clítoris/pene), pudiendo ser unilateral (más común, afectación más distal) o bilateral dependiendo en el nivel anatómico que esté afectado. Predominantemente aumenta cuando el paciente está sentado, lo que en ciclistas es un factor muy limitante que condiciona realizar la práctica deportiva. Empeora a lo largo del día, sin embargo, no despierta al paciente durante la noche (11,29,36,37). En el hombre, puede estar presente una disfunción sexual caracterizada por dolor durante la erección, dificultad para mantenerla o dolor en la eyaculación (2,11,29) y con una tumescencia y rigidez peneana nocturna disminuidas (2,39,40).

Los pacientes pueden experimentar aumento de la frecuencia y urgencia urinaria, con molestias tras la micción. El estreñimiento es frecuente, pueden presentar dolor tras la defecación y sensación de pelota de golf en el recto (11,29).

1.6. EXPLORACIÓN FÍSICA

En la exploración física están comúnmente presentes alguna de estas características: restricciones del tejido conectivo (33,41), tensión neural periférica adversa, anomalías biomecánicas en la articulación sacroilíaca pudiendo pinzar el nervio entre el ligamento sacroespinoso y sacrotuberoso, disminución de la fuerza del CORE, patrones de reclutamiento neuromusculares defectuosos (41).

En los pacientes con neuralgia pudenda, las restricciones del tejido pueden contribuir al dolor pélvico. En la examinación, el tejido se presenta sensible y con cambios tróficos (textura, engrosamiento del tejido subcutáneo, reducción del flujo sanguíneo). Funcionalmente, los tejidos isquémicos son hipersensibles al tacto, pueden causar dolor después de la compresión o si la isquemia es grave los tejidos serán dolorosos

sin compresión. El aumento de la actividad simpática a partir de estímulos dolorosos (nervio pudendo, suelo pélvico, puntos gatillo miofasciales) causará vasoconstricción local y la liberación de agentes inflamatorios con la consiguiente sensibilidad y restricción (42).

Durante la palpación, se debe evaluar si resulta dolorosa la salida del conducto de Alcock (11,29). Para ello, Beco et al utilizan una escala ordinal de 7 niveles, determinando que el dolor es significativo cuando es moderado o severo (mayor de 4 en la escala) con la presencia del signo de Tinel (irradiación del dolor) (43). Mediante la realización del test de pinza rodada, el cual consiste en pellizcar la piel y tejido subcutáneo y desplazarla hacia delante desde el ano hacia el pubis sobre el trayecto de las ramas del nervio pudendo, valoraremos si es positivo reproduciéndose el dolor (11,29,43).

Un aspecto interesante en este síndrome es la presencia de hipertonía, acortamiento muscular tanto intrapélvico como extrapélvico, con la presencia de puntos gatillo miofasciales en la musculatura del suelo pélvico (11,29,33). Los microtraumatismos de repetición, la compresión perineal, la sedestación prolongada, defectuosa e inestable que se puede producir en ciclismo con la consiguiente sobrecarga por movimientos repetitivos son factores de perpetuación para desarrollar un síndrome miofascial (34).

En particular, los nociceptores en los puntos gatillo miofasciales que son estimulados de forma continua, conducen a cambios en el propio receptor, el nervio pudendo periférico o incluso en el sistema nervioso central (SNC). Su coexistencia puede dar lugar a un círculo vicioso en el que una entrada nociva de una fuente provoca un bucle de realimentación continua. Con frecuencia, el dolor muscular o de la piel puede conducir a la disfunción del nervio, que en sí mismo puede mantener aún más la hipertonía muscular y la sensibilidad de la piel. Una contractura alargada en el tiempo con el consiguiente acortamiento muscular nos lleva a un aumento de compresión del paquete vasculonervioso (41). Los puntos gatillos miofasciales (PGM) en los músculos del suelo pélvico darán una sintomatología diferente: PGM en el músculo obturador interno puede provocar un aumento de tensión en su aponeurosis, la cual forma el canal de Alcock, y comprimir las estructuras vasculonerviosas (28,34). Los PGM del elevador del ano y coccígeo generalmente perpetuados por incorrectas sedestaciones

de forma prolongada, común en ciclismo, cuando existe una mala postura en la bici, provocará un aumento de los síntomas urogenitales como sensación de pelota de golf en el recto, dolores referidos anales, en el periné y el pene. Un PGM en la parte superior del músculo elevador del ano provocará aumento de la frecuencia urinaria, sensación de plenitud y dolor eléctrico en la punta del pene (34).

La presencia de musculatura tensa, las restricciones del tejido conectivo y el estrechamiento anatómico de espacios como el canal de Alcock contribuirán a un aumento de la tensión neural (42).

La disminución, falta de fuerza y fatiga en el CORE será otro aspecto que deberemos tener en cuenta. La estabilización lumbo-pélvica y la resistencia a la fatiga son fundamentales para mantener la posición pélvica correcta en la bicicleta, para una mayor estabilidad encima del sillín y una correcta alineación de las extremidades inferiores para aplicar una mayor transmisión de fuerza a los pedales. John et al (44) se planteó la hipótesis de que la disminución de la estabilidad del CORE provocaría una alteración en la biomecánica del ciclismo y la aplicación de la fuerza del pedal. En sus resultados encontró que una interrupción de la estabilidad del Core provocó un mayor movimiento total de la rodilla en el plano frontal y alteró la posición cíclica y aerodinámica de las rodillas con un mayor posicionamiento del valgo hacia el tubo superior. Los sujetos también mostraron una combinación de mayor movimiento de la rodilla del plano sagital total y movimiento total del tobillo. El patrón de movimiento de la rodilla del plano sagital adoptado podría haber sido una adaptación compensatoria como resultado de la inclinación para aumentar la influencia del pie contra el pedal.

1.7. Manejo diagnóstico y terapéutico en la actualidad

1.7.1. Diagnóstico

Las pruebas diagnósticas en este trastorno están orientadas a valorar el estado y grado de afectación de las estructuras nerviosas y vasculares del periné (11,29,45). Para las estructuras nerviosas se utilizan diferentes estudios electrofisiológicos para informar de la extensión, severidad del daño neuropático y objetivar el estado de la vía nerviosa desde un punto funcional, ya que el nervio pudendo abarca funciones motoras, sensitivas y vegetativas (11,29):

- **Estudio de la vía motora:** valorar la latencia motora distal del nervio pudendo, es decir el tiempo que tarda un estímulo eléctrico en desplazarse desde una porción distal del nervio pudendo hasta el esfínter anal externo. Se considera normal una latencia de 2 msg.
- **Estudio de la vía sensitiva somática:**
 - a. Umbrales sensoriales: Utilización de una estimulación eléctrica creciente sobre el nervio dorsal del pene para determinar el umbral de percepción y dolor, y determinar si se encuentran alterados comparándolo con sujetos sanos
 - b. Potenciales evocados sensoriales del nervio pudendo: Medición del tiempo que tarda en recorrer un estímulo eléctrico en el nervio periférico, a las raíces posteriores medulares, hasta finalmente recoger la respuesta a nivel parietal. Este tiempo debe situarse alrededor de 40msg
- **Estudio de la vía autonómica (respuesta simpático cutánea):** Estimulación de reflejos cutáneos, comparando la respuesta a nivel de los genitales y de la mano. Mediante la respuesta simpático cutánea (RSC), se mide la actividad refleja sudomotora como un cambio transitorio en el potencial eléctrico de la piel.

El estudio de electromiografía de los músculos que dependen del nervio pudendo y los reflejos sacros nos aporta también una valiosa información. Mediante la electromiografía podemos determinar si existe denervación sobre una estructura muscular y determinar la topografía de la lesión para poder precisar en el diagnóstico. El tiempo de duración que tarda en desencadenarse una contracción del músculo bulbocavernoso tras la estimulación eléctrica en el nervio dorsal del pene, permite evaluar el estado sensitivo y motor del nervio pudendo, además de sus raíces y segmentos medulares. La respuesta refleja deberá tardar alrededor de 30 y 40 min (11,29).

En la valoración de las estructuras vasculares y la irrigación sanguínea al pene, ambas muy ligadas con la disfunción eréctil, debemos destacar varias pruebas. La ecografía doppler dúplex nos permite evaluar el flujo, los cambios de calibre de la arteria intracavernosa, el comportamiento espectral en el complejo sístole/ diástole y en

definitiva la morfología espectral de las arterias intracavernosas, que pasan de una baja resistencia en reposo, a alta resistencia en erección (46).

La disminución en la presión transcutánea de oxígeno en el pene mientras el ciclista se encuentra sentado, nos permite evidenciar una disminución en el flujo sanguíneo en el pene del paciente cuando realiza la práctica deportiva (7,18,23). Una disminución en la duración y calidad de los episodios eréctiles con una rigidez y tumescencia disminuida nos permite sospechar que nos encontramos en una fase más avanzada del síndrome con posibilidad de disfunción eréctil (2,39,40).

1.7.2. Tratamiento

El tratamiento elegido comienza por las medidas menos agresivas como es el caso del tratamiento conservador (fisioterapia, farmacología) y si las medidas fallan evolucionando de manera secuencial hasta finalmente optar por la intervención quirúrgica (11,29,37,45).

El tratamiento conservador está orientado principalmente a la mejoría sintomática del dolor. Cuando la sintomatología principal es el dolor neuropático se utilizan sobre todo los antidepresivos (amitriptilina (más utilizado por sus resultados)) o antiepilépticos (gabapentina o la pregabalina). La mejoría del dolor está asociada con la inhibición de la recaptación de noradrenalina y serotonina en los terminales presinápticos. De esta forma, activan a los sistemas inhibitorios del dolor endógeno en el cerebro los cuales moderan la transmisión del dolor hacia la médula espinal (11,29).

Para el tratamiento del dolor miofascial, se utilizan las benzodiacepinas (clonacepam) y no deben considerarse ineficaces hasta pasadas 4 semanas sin mejorías, sin embargo su mejoría es de ligera a moderada (11,29,47). Cuando las estructuras vasculares estén afectadas, exista presencia de disfunción sexual y endotelial se utilizan los inhibidores de la PDE5, una enzima que hidroliza el monofosfato de guanosina clínica en el tejido cavernoso del pene. Gracias a su inhibición, aumentará el flujo arterial, la vasodilatación, relajación del músculo liso y por consecuente mejorará la erección. Los inhibidores más utilizados son (sildenafil, tadalafilo, vardenafilo). La utilización de la apomorfina sublingual mejora la función eréctil al

incrementar las señales centrales naturales que se producen normalmente durante la estimulación sexual (45).

Desde la fisioterapia, los terapeutas trabajan principalmente los desequilibrios musculares, espasmos, restricciones en el tejido conectivo, puntos gatillo miofasciales, anormalidades biomecánicas. Se utilizan variedad de técnicas manuales de liberación miofascial, estiramientos, movilización de tejidos blandos y conectivo, liberación de los PGM, neurodinamia. Con las técnicas de movilización del tejido conectivo y su normalización, se restaurará su integridad, mejorará la circulación, los pacientes experimentarán mejor tolerancia al sentarse, menor hipersensibilidad, disminución del dolor, ardor y mejora en síntomas urológicos, intestinales y rectales (11,29,32,37,38,41,42,48).

La erradicación de los puntos gatillo mediante técnicas de liberación miofascial, de inhibición por presión, punción seca, estiramientos y con un programa en casa de relajación muscular mejora la disminución del dolor, alivio en síntomas como la frecuencia urinaria, disfunción eréctil, calidad de vida y sensación de pelota de golf en el recto (11,29,49). Las técnicas neurodinámicas permitirán mejorar y restaurar la movilidad de los nervios periféricos que junto al trabajo anteriormente comentado disminuirá la tensión neural (42).

Si las mediadas farmacológicas orales y la fisioterapia comentadas anteriormente no consiguen buenos resultados, se opta por medidas más invasivas como infiltraciones perineurales con corticoides y lidocaína/bupivacaína, en el espacio interligamentoso y en el canal de Alcock para producir una relajación de los esfínteres hipertónicos, supresión de los síntomas vesicales y normalización de la disfunción sexual (11,29). Para el tratamiento de la disfunción eréctil se opta por inyecciones intracavernosas con una tasa de éxito alrededor del 85%, principalmente de Alprostadilo (45,50).

Por última opción, si todos los demás tratamientos no han funcionado se decide intervenir quirúrgicamente. Para el atrapamiento del nervio pudiendo se opta por su descompresión mediante técnicas transglúteas, transperineales, transvaginales o transisquiorrectales (11,29). Para aquellos pacientes que presenten un grado de afectación sexual y disfunción eréctil importante, hasta el punto de llegar a ser nula, se opta por una prótesis del pene semirrígida o inflable (45).

1.8. BIOMECÁNICA DEL CICLISMO

1.8.1. Análisis cinemático del ciclo de pedaleo, postura y bikefitting

El ajuste y selección de la bicicleta en función de las características antropométricas del ciclista, su flexibilidad y técnica del pedaleo, son varios de los factores clave que determinarán el patrón de aplicación de fuerza en los pedales, la estrategia de reclutamiento neuromuscular, resistencia aerodinámica, el gasto energético, la comodidad en la bicicleta y la probabilidad de desarrollar lesiones. Por lo tanto, la posición óptima del ciclista será aquella que maximice la aplicación de fuerza y el confort para aumentar la velocidad en la bicicleta, mientras que las fuerzas resistivas y el riesgo de lesión se minimizan (51–53).

En el ciclismo, la unión entre el ciclista y la bicicleta se define en un enlace de tres puntos que implica el manillar, el sillín y el conjunto zapatilla-cala-pedal. Estos eslabones son puntos de transferencia de fuerzas del cuerpo a la bicicleta y viceversa, cualquier desajuste en uno de ellos puede dar repercusiones en los otros dos (54).

Las fuerzas del pedaleo fluctúan en gran medida a lo largo del ciclo principalmente porque los grados de la articulación y longitud muscular dependen de la posición del pedal e influyen en la producción de la fuerza muscular y energía. Por lo tanto, nos encontramos con que el foco principal en el análisis de movimiento de los ciclistas se encuentra en la cadena de propulsión (55–57). En el análisis cinemático del pedaleo, debemos distinguir dos fases principales: fase de impulso o positiva (desde el punto muerto superior (PMS) o top dead center (TDC) biela a 0°, hasta el punto muerto inferior (PMI) o bottom dead center (BDC), Biela a 180°. Se realizará la extensión de cadera, rodilla y tobillo) y la fase de recobro o negativa (desde PMI a PMS, se realizará la flexión de cadera, rodilla y tobillo) (56,58).

Cambios en la inclinación de la parte superior del tronco y la altura del sillín se han referido como los dos ajustes más importantes en la posición del cuerpo de los ciclistas durante el pedaleo. La altura del sillín es uno de los parámetros más importantes y utilizados para la modificación de la cinemática de las articulaciones de las extremidades inferiores, el rendimiento deportivo y la prevención de lesiones (55–57,59,60). Durante un gran periodo de tiempo, en la literatura científica se ha discutido

cual es la medida óptima y cuál es el mejor método para calcular la altura del sillín (52,57). Las medidas antropométricas y estáticas han sido muy utilizadas gracias a su simplicidad, bajo coste económico y utilidad en tiendas ciclistas. El método más común de ajuste de la bicicleta para ajustar la altura del asiento se basa en el ángulo de la rodilla cuando el pedal está en su posición más baja, el punto muerto inferior (PMI) (57). Hamley y Thomas (52,57) propusieron el 109% de la longitud de la entrepierna como la altura óptima del sillín. Regor y Broker (61) sugirieron un rango de 106-109%. Posteriormente, Holmes et al (62) recomendaron la evaluación goniométrica en estático para ajustar la altura del sillín con un ángulo de rodilla de 25-35° en el PMI no mayor de 115° PMS.

Actualmente, los estudios aconsejan los métodos dinámicos como la mejor herramienta para realizar el bikefitting (52,57). El método estático no garantiza un ángulo óptimo de rodilla mientras se pedalea con los pedales clipless (pedales de cala). En un estudio realizado por Ferrer-Roca et al (57), compararon el método estático (medidas antropométricas) versus un método dinámico (cinemática 2D) para ajustar la altura del asiento y concluyeron que la altura ajustada con el método estático (106-109% de la longitud de la entrepierna) estaba fuera del rango recomendado en 56,5% de los participantes. Por lo tanto, para ajustar la altura del asiento de acuerdo con el ángulo de la rodilla, se deben adoptar medidas directas de los ángulos de la rodilla de ecuaciones basadas en datos antropométricos. Para ello, propusieron una ecuación basada en la longitud de la entrepierna (E) y el ángulo de rodilla recomendado (KA) (30-40°) en el que su resultado establece que la altura óptima de sillín (SH) se encuentra entre 108,6-110,4% de la entrepierna ($SH = 22.1 + [0.896E] 2 [0.15KA]$).

Borut Fonda, Nejc Sarabon y François-Xavier Li (52), de acuerdo con Ferrer-Roca sobre que el método estático no es el más adecuado, se propone determinar cuál son los que mejor fiabilidad tienen. Establecen que los sistemas de cinemática 3D para la evaluación de rodilla es la forma más válida de evaluar el ángulo de rodilla. La cinemática 2D con cámaras de alta velocidad es una herramienta también válida con una buena fiabilidad intra-sesión pero se debe utilizar un factor de corrección de 2,2° al valor medido y se debe asegurar que la cámara esté paralela al movimiento a

capturar del ciclista. Los electrogoniómetros o goniómetros manuales no son adecuados para el bikefitting.

1.8.2. Electromiografía del ciclo de pedaleo [Anexo 5]

La activación muscular que se produce durante el pedaleo comprende el movimiento alrededor de los 360° de recorrido durante todo el ciclo. Aunque el pedaleo está limitado por la trayectoria circular de los pedales, se trata de un movimiento complejo. Los músculos más estudiados mediante electromiografía y que más relevancia tienen en el pedaleo son: glúteo mayor, recto femoral, vasto medial, vasto lateral, semitendinoso, semimembranoso, bíceps femoral (porción larga), gastrocnemios, tibial anterior y sóleo (58,63).

El glúteo mayor se activa justo en el (PMS) hasta aproximadamente 130°, realizando su función en la fase de impulso, en el descenso del pedal (0-180°). En el complejo cuadriceps, el vasto lateral y medio inician su actividad antes del PMS (315°) hasta los 135°. Por el contrario el recto femoral iniciará su actividad de forma más temprana alrededor de los 270° y terminará alrededor de los 90°, trabajando así tanto en la fase de recobro como en la de impulso (58,63,64).

La región de actividad del tibial anterior se encuentra en la segunda mitad de la fase ascendente o de recobro, alrededor de los 270° hasta poco después del (PMS) participando principalmente en el ascenso del pedal. La actividad de los músculos de gastrocnemios comienza varios grados después de la terminación de la actividad del tibial anterior (45°) y termina justo antes del comienzo de éste (270°). El sóleo participará únicamente durante la fase de descenso del pedal (45 a 135°) (58,63,64).

Los resultados relativos al grupo de los músculos isquiotibiales (BF, SM y ST) están en controversia y muestran diferentes resultados dependiendo del estudio. Dorel et al (58) determinan que la activación comienza justo después del PMS hasta el PMI, mientras que Jorge y Hull (64) establecen una región de activación más larga desde el PMS hasta aproximadamente 270°.

1.8.3. Influencia de una correcta biomecánica y factores perpetuantes de compresión

La biomecánica, la postura del ciclista y el sillín juegan un aspecto muy importante tanto para la prevención óptima como para disminuir el desarrollo de la patología. La presión directa de la punta del sillín contra el periné y la sínfisis puede comprimir los nervios y arterias pudendas justo en su salida por debajo del pubis (2,7,22). La búsqueda del peso corporal en el sillín mediante el apoyo sobre las tuberosidades isquiáticas se ha indicado como una de las mejores estrategias para minimizar la presión en el periné. La elección de la anchura del asiento a partir de la distancia de las tuberosidades isquiáticas del paciente es crítica en la disminución de la compresión perineal y un parámetro antropométrico importante para determinar el sillín óptimo para cada ciclista (1,7,65,66).

Durante años, muchos estudios han investigado cuales son las características más adecuadas en el sillín (geometría, forma, propiedades amortiguadoras) para reducir significativamente la presión en el periné (1,2,7,17,22,66). Entre la gran variedad de geometrías, los más utilizados y estudiados son los sillines tradicionales, sillines con huecos o recortes centrales y los sillines sin punta o nariz. Los sillines anchos sin nariz proporcionan una máxima protección contra la hipoperfusión del pene con tan sólo un 20,3% de disminución respecto a un 82,4 % en sillines tradicionales estrechos con nariz (1). Sin embargo, se debate de que su uso pueda aumentar la presión en el apoyo del manillar además de afectar subjetivamente a la confianza del ciclista (1,65). Algunos estudios informan de un aumento del 13% en la actividad electromiográfica en los tríceps asociados con el sillín sin punta posiblemente debido a un aumento del apoyo en el manillar (65). Los sillines tradicionales están asociados con más de dos veces la presión en la región perineal que las sillas de montar sin una protuberancia de la nariz y con una reducción del 97,4% de los valores de la velocidad sistólica pico cavernosa en comparación con un 2,2% de los sin nariz (67). El ciclismo en un sillín estrecho disminuye el flujo sanguíneo del pene respecto a un amplio sillín con un correcto apoyo de las tuberosidades isquiáticas. Se demuestra por lo tanto que la anchura y la presencia o no de nariz son factores importantes en la compresión (1).

Ante esta necesidad, se crearon los sillines con huecos centrales para liberar supuestamente la presión en el periné. Según Sommer (1), los sillines sin hueco

central pueden proporcionar una mejor protección contra el riesgo de disfunción eréctil que un sillín con un hueco central estrecho y con bordes duros. Rodano et al (68) en su estudio demostraron una mayor carga de presión en los vasos perineales y nervios en los sillines con hueco central respecto a los tradicionales. Aunque estos recortes pueden proporcionar algún alivio subjetivo, la disminución del área superficial de la silla de montar en contacto con el periné significa un aumento de la presión sobre las áreas del periné que están todavía en contacto con el sillín. Sin embargo, Sommer (1,69) propone que los sillines con recorte ancho que no compriman los nervios y vasos en la región perineal producen resultados significativamente mejores en comparación con los sillines con un agujero estrecho o sillines tradicionales. La gran infinidad de sillines distintos en el mercado de hueco central hace complicado validar su eficacia. La posición del orificio y su anchura en el sillín o si los bordes son muy verticales y propensos al colapso parecen ser factores clave que alteren el supuesto efecto protector de la región perineal.

Otro tema de debate es sobre las propiedades amortiguadoras del sillín (blando o duro). El ciclismo en una silla de gel ha demostrado causar un 37% más de pérdida de oxigenación del pene que el ciclismo en un sillín duro. Los investigadores asumen que es resultado de la presión del gel contra la región perineal por un hundimiento de las tuberosidades isquiáticas (1).

La Inclinación del sillín también ha sido estudiada, descubriendo que 10° hacia abajo causa un 44% de reducción en el estrés perineal en comparación con el sillín en la posición horizontal. Sin embargo, la posición inclinada hacia abajo puede llevar a una mayor presión sobre las manos e inestabilidad en el asiento, obligando al ciclista a moverse continuamente hacia atrás. Por lo tanto, una posición horizontal del sillín se considera lo ideal y sólo se ajustaría la inclinación del sillín cuando encontráramos la punta o nariz hacia arriba (1,66). Por lo tanto, podemos afirmar que el diseño del sillín juega un factor muy importante en la presión en el periné, sin embargo la posición del cuerpo del ciclista es sin duda el factor determinante principal para preservar el espacio entre la sínfisis púbica y el sillín (22), el cual estará influenciado por la altura del sillín, la distancia entre sillín-manillar y el lugar de apoyo de las manos en el manillar (22,57,70). Una posición de 90 grados de tronco lleva a una oxigenación del pene 40% mayor que una posición de 60 grados. Por debajo de los 60°, en posición

más aerodinámica, la presión se va anteriorizando y aumentando en el periné (1) [Anexo 6].

A pesar de la gran importancia que tienen los cambios en la postura y los componentes de la bicicleta existen varios consejos dinámicos que proponen diversos autores para disminuir el riesgo de compresión: es fundamental tomar descansos frecuentes durante largos entrenamientos o carreras, alternar regularmente la posición sentada por la posición de pie cada 10 minutos, realizando más hincapié en terreno bacheado en caso del ciclismo de montaña (1,2,5,7,18).

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Existen numerosos reportes científicos sobre el tratamiento farmacológico o las mejores intervenciones quirúrgicas para el atrapamiento del nervio pudendo, la disfunción endotelial y la disfunción eréctil (11,29,38,45,48,50). Dada las características propias del ciclismo, todos estos aspectos pueden desarrollarse a la vez por una excesiva compresión de los vasos y arterias perineales contra el sillín, empezando por el entumecimiento genital hasta llegar a un cuadro clínico con un conjunto significativo de signos y síntomas, pudiendo considerarlo como un síndrome. El tratamiento farmacológico ha demostrado tener buenos resultados en la mayoría de aspectos relacionados con el síndrome como tratamiento de primera línea (11,29,38,45,48,50). Sin embargo, a pesar de la mejoría en la patología y los síntomas, no se está tratando la causa mecánica que provoca la compresión, el ciclista una vez tratado, volverá a comprimir la zona perineal cuando monte en bicicleta (1,2).

Desde el aspecto más físico y biomecánico, numerosos investigadores han buscado cual es la posición más óptima en la bicicleta (22,52,57,62) y el diseño del sillín más adecuado para disminuir las presiones perineales (1,7,17,24,71). Ambos coinciden con que para los ciclistas que comienzan a sufrir los síntomas de compresión perineal, abstenerse temporalmente de la práctica deportiva puede ser la manera más eficiente de restaurar la sensación genital normal. Sin embargo, existen ciclistas que sin hacer caso de los síntomas iniciales continúan con el ejercicio vigoroso pudiendo provocar daños mayores (1,2). Faltan estudios que valoren todos los cambios ergonómicos que proponen la evidencia científica y una pauta correcta de entrenamiento en el

ciclista como tratamiento para mejorar la patología en vez del cese de la actividad deportiva.

Por otro lado, desde una visión en fisioterapia, la instauración del síndrome de dolor miofascial, la presencia de contracturas, restricciones en el tejido conectivo y un aumento de la tensión neural, una corrección ergonómica puede mejorar en gran medida los síntomas por disminución de presión en la zona cuando se monte en la bicicleta, pero no tratar todos estos aspectos en relación a la calidad de los tejidos, que llevan a un aumento de compresión del paquete vasculonervioso y un aumento en la tensión del nervio pudiendo. La actuación en fisioterapia estará centrada en poder romper el círculo vicioso (dolor→espasmo→aumento de la compresión→disfunción nerviosa→ mayor dolor) (41) y devolver la movilidad a los tejidos. De esta forma, mejoraremos la sintomatología del paciente, su calidad de vida y será una herramienta eficaz y necesaria para potenciar la mejoría de la intervención ergonómica.

Además, realizando una investigación epidemiológica sobre los factores de riesgo sobre la disfunción eréctil, encontramos que el tabaquismo, la falta de actividad física, obesidad, síndrome metabólico, consumo excesivo de alcohol o tabaco, diabetes, hipertensión arterial o trauma directo están considerados como los principales factores de riesgo (72,73). La gran mayoría de estas condiciones metabólicas están fuertemente asociadas con estados pro-inflamatorios que disminuyen la disponibilidad de óxido nítrico (NO), fuerza impulsora del flujo de la sangre en la zona genital (73).

La actividad física (AF), el estilo de vida y la nutrición han sido reconocidos como factores centrales que influyen en la producción de NO vascular, en los niveles de testosterona y en la función eréctil. De tal modo que la Asociación Europea de Urología declaró que debían preceder o acompañar junto con los demás factores de riesgo en el tratamiento de la DE, clasificándolo como un nivel de Evidencia 1b, grado A (73).

La actividad física ha demostrado ser un factor protector para la función eréctil normal en numerosos estudios, mejorando la biodisponibilidad del NO, el número de células progenitoras endoteliales (EPC) y en la disminución del nivel de marcadores inflamatorios como citoquinas proinflamatorias y proteína C reactiva (74–76).

Hsiao et al (77) encontraron que un aumento en la actividad física se asoció con una mejor función sexual en los jóvenes sanos menores de 40 años mediante mejores puntuaciones en el Cuestionario Internacional de la Función Eréctil.

En los resultados del estudio realizado por Maio et al (78), con el objetivo de determinar los efectos de la actividad física en el tratamiento de la DE, encontró que el uso de inhibidores de la PDE-5 combinado con la práctica de actividad física (3 h / semana) fue más eficaz en el tratamiento de DE que el sólo uso de inhibidores de PDE-5.

Vignera et al. (79) seleccionó a 50 pacientes entre 48-62 años que se sometieron a un protocolo estándar de AF aeróbica, de intensidad moderada, de 150 min por semana, combinado con pautas nutricionales diseñadas por un especialista y basada en la dieta mediterránea. El grupo control, con un total de 20 pacientes de la misma edad, no se sometieron a la AF. El objetivo principal del estudio fue demostrar los beneficios de la AF en la DE de tipo arterial. Todos los pacientes fueron evaluados mediante el cuestionario IIEF-5, eco-doppler del pene y análisis de la citometría del flujo. Después de 3 meses, el grupo que realizó actividad física mostró una mejor puntuación en el cuestionario IIEF-5, una velocidad sistólica máxima significativamente mayor y concentraciones séricas menores de EPC, EMP. Vignera et al justifican los resultados de la mejora de la DE, sin un enfoque farmacológico, por la influencia de la actividad física en la disminución de la apoptosis endotelial.

En definitiva, este proyecto de investigación no se trata de un ensayo clínico aleatorizado común en el que se comparan dos técnicas para valorar cuál de las dos resulta más beneficiosa. El objetivo es realizar un ensayo experimental, prueba piloto, con la mayor calidad metodológica posible para valorar la efectividad de ambas técnicas y su combinación. Dada la escasa literatura científica sobre el tratamiento en fisioterapia en esta condición y este deporte, a pesar de sus justificaciones fisiológicas en las que podría actuar, y dada la escasez de estudios de bike fitting que valoren y combinen toda la ergonomía citada en pacientes reales que sufran la condición, es necesario realizar esta prueba piloto o experimentación que se realiza por primera vez para poder comprobar ciertas cuestiones y obtener conclusiones interesantes para poder avanzar en nuevas y futuras investigaciones en este tema.

3. HIPÓTESIS

- El correcto ajuste de la bicicleta según las características propias de cada ciclista (bike fit), cuando es combinado con una reeducación ergonómica y un programa de entrenamiento, son efectivos en la mejoría de los síntomas y estado de salud de ciclistas que sufren compresión perineal.
- El tratamiento mediante técnicas miofasciales en el suelo pélvico es un factor clave que produce una mejora significativa de los síntomas en la compresión perineal del ciclista cuando es combinado con las medidas anteriores.

4. OBJETIVOS

Generales

- Comprobar la efectividad de un bike fit combinado con una reeducación ergonómica y un programa de entrenamiento para la mejora de los síntomas y estado de salud de ciclistas que sufren compresión perineal, sin dejar la práctica deportiva.
- Determinar la efectividad de la terapia manual miofascial en el suelo pélvico como un factor clave y significativo en el tratamiento cuando es combinada con un programa de entrenamiento progresivo en rodillo, con cambios ergonómicos en la posición de conducción del ciclista, para mejorar la sintomatología y el estado de salud de los ciclistas que sufren compresión perineal, sin dejar la práctica deportiva.

Específicos

- Determinar el efecto del tratamiento en la intensidad del dolor.
- Valorar el efecto del tratamiento en la disminución del número de síntomas urogenitales propios de la compresión.
- Comprobar el efecto del tratamiento en la reducción o desaparición total del entumecimiento genital durante y después de la práctica deportiva.
- Verificar una mejoría en la función eréctil masculina.
- Valorar cambios en la irrigación sanguínea del pene.

5. METODOLOGÍA

5.1. DISEÑO

Se realizará un estudio piloto experimental, de carácter comparativo, de forma controlada y de tipo longitudinal y prospectivo. Estará formado por dos grupos divididos mediante una aleatorización estratificada para evitar que existan grupos muy descompensados respecto a la diferencia de edad de los participantes y el tratamiento recibido (80). El grupo control recibirá el bike fit, los cambios ergonómicos de la postura y el programa de entrenamiento en el rodillo. El grupo de intervención recibirá las medidas anteriores y además realizará un programa en fisioterapia mediante terapia manual en la musculatura perineal por fisioterapeutas especializados en suelo pélvico. De esta forma, una vez realizado el estudio y obtenido los resultados, se podrá comparar la diferencia entre ambos tratamientos y contrastar las hipótesis respecto a si los cambios ergonómicos son suficientemente efectivos o es imprescindible la combinación con la fisioterapia para poder obtener realmente resultados positivos. Dada la imposibilidad de cegar al paciente y al fisioterapeuta, el estudio presentará un ciego simple, en el que la persona que tomará los datos no sabrá en ningún momento a que grupo pertenece cada paciente.

Se requerirá en el aspecto del bikefitting y entrenamiento en el rodillo, fisioterapeutas especializados y con años de experiencia en biomecánica clínica del ciclismo. Los fisioterapeutas tanto del aspecto biomecánico como de la terapia manual en el suelo pélvico serán instruidos antes de realizar el estudio sobre el método a seguir a lo largo del procedimiento e investigación, con el fin de conservar la mayor homogeneidad posible entre todos los participantes.

Respecto al posible lugar para llevar a cabo el estudio, realizando un análisis de las instalaciones, material y población en toda España, elegimos 5 posibles centros:

- Centro de alto rendimiento del consejo superior de deportes en Madrid.
- Centro de alto rendimiento de Sant Cugat del Vallés.
- Centro de alto rendimiento de ciclismo en Palma de Mallorca.
- Centro de tecnificación deportiva en ciclismo en Valencia.
- Sede central Podoactiva Huesca.

A partir de un análisis de los centros, decidimos seleccionar como primera opción el CAR de Sant Cugat del Vallés por los siguientes motivos: En primer lugar, la población susceptible de incorporarse al estudio debido a su proximidad con Barcelona y sus alrededores. Presenta un laboratorio dedicado a la biomecánica de varias disciplinas, incluyendo el ciclismo. Este laboratorio contiene un gran número de herramientas biomecánicas que se necesitarían para el estudio y que permitirían reducir considerablemente su costo (sistemas de análisis 3D, cicloergómetros, plataformas de contacto, cámaras de video de alta velocidad, sensores inerciales). El centro de alto rendimiento de ciclismo en palma de Mallorca lo descartamos por su localización geográfica. El CAR de Madrid y el CTD de valencia serán la 2ª y 3ª opción para la elección. La sede central de Podoactiva en Huesca, presenta unas instalaciones y los materiales ideales, cuenta con un laboratorio dedicado exclusivamente a la biomecánica del ciclismo con el novedoso sistema younextbike 4D, con sistemas de análisis del pedaleo en 3D, medidor de presiones en el manillar, sillín y el sistema younext 4D motion capture que permite realizar una reconstrucción del esqueleto del ciclista en movimiento, sin necesidad de marcadores externos sobre él. Sin embargo, la reducida y limitada población que supone Huesca conlleva un gran factor limitante para poder completar el número necesario de sujetos requeridos en el estudio y por lo tanto la consideraremos como la 4ª opción.

5.2. SUJETOS DE ESTUDIO

5.2.1. Estadísticas

Según el Gabinete de Estudios Sociales y Opinión Pública (GESOP) mediante la quinta edición sobre el Barómetro anual de la bicicleta en España, realizado en septiembre de 2015 y por encargo de la Red de ciudades por la bicicleta, un 40,9% de la población española entre 12 a 79 años (casi 20 millones de españoles) utiliza la bicicleta con alguna frecuencia, el 58,2% tiene una bicicleta para uso personal (22 millones) y alrededor de un 10% la usan a diario. 3 de cada 4 españoles tiene una bicicleta en casa y de media son 2 por hogar. De la población que tiene una bicicleta para uso personal, el 64,6% es de montaña, 37,8 % son urbanas y un 12,5 % son de carretera. De los usuarios que utilizan la bicicleta, una cuarta parte la utilizan para ir al trabajo o al centro de estudios, seis de cada diez usuarios de la bici la utilizan para desplazamientos cotidianos, un 78% para hacer deporte y más del 85% para ir a

pasear. De los usuarios que la utilizan para realizar deporte, los que usan la bici para hacer deporte a diario o semanalmente alcanzan el 42,9% (13% a diario,+ 29,9 % semanalmente) El perfil del usuario de bicicleta según las estadísticas es el de hombre, menor de 40 años (81).

Según el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y el Consejo Superior de Deportes, el número total de licencias federativas en ciclismo según los datos más actualizados (2015) en España es de 75.855, siendo el número total el sumatorio de licencias de cada Federación Territorial. 72.702 licencias fueron de hombres, 3.153 de mujeres y existían 3.575 clubes. Respecto al triatlón, nos encontramos con 29.739 licencias federativas y 24.723 son hombres. De esta forma nos encontramos con que el ciclismo es el 9º deporte en España con más licencias federativas que si lo sumamos al triatlón se encontraría el 6º y el 3º con más clubes federativos.

Actualmente, faltan estudios epidemiológicos, sobretodo en España, que permitan estimar el porcentaje de afectados que presenten trastornos urogenitales por la práctica deportiva del ciclismo. Extrapolando los datos sobre la Universidad de Cologne sobre una tasa media de impotencia en ciclistas de larga distancia del 13,1%, y el estudio de Schwarzer con unos resultados medios de 64,2% de los ciclistas amateurs de haber presentado entumecimiento genital, durante o después de la práctica deportiva, podemos estimar mediante la combinación de los datos del barómetro anual de la bicicleta una población susceptible de presentar estos síntomas en España.

Según las 72.702 licencias federativas en hombres de las cuales 8.489 son en Cataluña, el cual nos indicará que este tipo de población hacen un uso de la bicicleta más intenso y con mayor frecuencia, podemos estimar que alrededor 9.523 personas puedan presentar o presentarán alguna impotencia genital y que 46.674 sean susceptibles de padecer en algún momento entumecimiento genital en España, si no presentan una postura adecuada en la bicicleta. En Cataluña los datos se estiman a 5.449 hombres para el entumecimiento genital y 1.112 para la disfunción eréctil.

A partir de los datos del Instituto Nacional de Estadística en España, hay 38.415.604 personas de 12 a 79 años. 22 millones hacen uso de la bicicleta de forma personal y aproximadamente 2.750.000 tendrán de carretera. De los individuos que usan la

bicicleta, los que la utilizan como deporte y diariamente se encuentra alrededor de 2.860.000. De este número, que son los que más la utilizan si extrapolamos los datos de impotencia y entumecimiento genital, nos encontramos con 374.660 personas que realizan ciclismo con posibilidad de presentar impotencia genital y con 1.836.120 de personas de presentar entumecimiento genital.

5.2.2. Sujetos

El estudio va dirigido a ciclistas no profesionales de carretera entre 26 a 50 años de edad que entrenan más de 3 días a la semana y que presentan un determinado tipo de trastorno urogenital propio de la sedestación en el ciclismo. La elección está principalmente determinada por la mayor cantidad de horas de entrenamiento respecto a la bicicleta de montaña y el desplazamiento en terreno uniforme como es la carretera. En la bicicleta de montaña, existen gran diversidad de factores que complican el estudio, como son la variedad de tipologías de bicicleta (enduro, crosscountry, trail, all-mountain, descenso) la presencia y características de la suspensión (bicicletas rígidas, sin suspensión trasera que provocaría un mayor impacto en el periné en terreno irregular, bicicletas dobles, suspensiones de diferentes milímetros y con diferentes ajustes del SAG o del rebote). Además, el terreno en bicicleta de montaña es totalmente irregular y el tipo de entrenamiento realizado por cada paciente sea distinto dependiendo de la zona donde habite, pudiendo entrenar en zonas demasiado irregulares que aumenten un mayor impacto en el periné por microtraumas repetitivos. La bicicleta de montaña abarca una gran variedad de posibilidades y factores a tener en cuenta que dificultarían el estudio y no nos asegura que el problema sea una causa puramente biomecánica y de mala postura en la bicicleta. Por el otro lado, el ciclismo de carretera se realiza sobre un terreno no irregular, durante varias horas, con una postura constante de sedestación en la bicicleta, por lo que nos permite en mayor medida controlar todos los parámetros y valorar la postura como la causa primaria del problema.

Un cálculo preciso de la muestra debido a la falta de estudios epidemiológicos y estadísticos es actualmente imposible debido a que no se puede conocer el número de hombres entre 26 a 50 años que practiquen ciclismo amateur de carretera y que entrenen más de 3 veces por semana. En primer lugar, buscaremos una muestra

mayor de 30 ciclistas para que desde el aspecto estadístico la distribución se comporte como normal y podamos realizar inferencia estadística.

Respecto al cálculo más aproximado que podríamos realizar de la muestra, podría ser mediante los datos de licencias federativas en hombres en Cataluña (8.489) que nos permiten asegurar que son gente entrenada, y los resultados mediante los porcentajes de impotencia (13,1%), que es el trastorno en el que más estructuras hay comprometidas, obteniendo un resultado de 1.112 hombres (N). Una vez definida una posible población finita, determinaremos el tamaño muestral mediante la siguiente fórmula (82): obteniéndose 172 pacientes.

- N = Total de la población
 - $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (Intervalo de confianza 95%)
 - p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
 - q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)
 - d = precisión (en este caso deseamos un 3%).
- $$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Al resultado muestral añadiremos la siguiente fórmula para estimar las posibles pérdidas de pacientes, en el que estimamos una proporción esperada de pérdidas del 15%, obteniéndose 202 pacientes. $n(1 / 1-R)$ n = número de sujetos sin pérdidas, R = proporción esperada de pérdidas.

Valorando la elevada cantidad de sujetos que se necesitan en el estudio, supone un costo económico elevadísimo si se quisiera realizar de forma paralela las dos intervenciones, debido en gran parte al material de ciclismo y de valoración biomecánica que se necesita y la búsqueda de grandes instalaciones. Por lo tanto, aceptando el teorema del límite central que establece que una $n > 30$ sea cuál sea la distribución de la variable de interés, la distribución de la media muestral será aproximadamente una normal (83). Decidimos tener 60 sujetos, divididos 30 en cada grupo.

5.2.3. Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Hombres entre 26 a 50 años de edad que realicen ciclismo de carretera de forma amateur, no profesional, y que entren más de una hora, mínimo 3 veces por semana.
- Que presenten los siguientes criterios diagnósticos:
 - La evolución y desarrollo desde el inicio de los primeros síntomas no sobrepase el año de duración (10,19,41).
 - Criterio de Nantes (36) [Anexo 7].
 - Entumecimiento genital durante el entrenamiento o después de éste y que puede durar hasta varios días (10) [Anexo 8].
 - Inicio de primeros síntomas de impotencia genital (1,2,10).
 - Mala postura en la bicicleta evidenciada en el estudio biomecánico con una falta de apoyo de las tuberosidades isquiáticas y el mayor lugar de presión del peso del cuerpo en partes blandas. [Anexo 9]

Criterios de exclusión:

- Pacientes intervenidos quirúrgicamente o que reciban tratamiento farmacológico para los síntomas de oclusión vascular, atrapamiento nervioso o disfunción eréctil.
- Pacientes con alguna enfermedad o condición de salud que pudiera verse agravada o que pueda provocar confusión respecto a los síntomas (hipertensión arterial, diabetes mellitus, enfermedad de Peyronie...) (45).
- Pacientes con niveles bajos de Testosterona, Síndrome de Déficit de Testosterona (SDT) o Hipogonadismo de Inicio Tardío (HIT) (84–87).
- Pacientes con escoliosis. Test de Adams con escoliómetro de Bunell, inclinación mayor de 15° (aproximadamente 20-25° ángulo Cobb) (88).
- Pacientes con obesidad tipo I o sobrepeso mayor de 28 en la escala IMC (89).
- Belonefobia.
- Fumadores (72).

5.3. VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables de este estudio las clasificaremos según su relación entre ellas (dependientes o independientes), según su escala de medida (cuantitativa y cualitativa) y según la función que representen en el estudio (clínicas-perfil de grupo o de investigación). Las variables independientes serán explicadas detalladamente en el plan de intervención. Las covariables no son totalmente trascendentes en el estudio pero sus resultados pueden ser útiles para entender la relación entre ciclismo y la disfunción eréctil.

5.3.1. Tabla de las variables

	Variable del estudio	Según escala de medida	Según función	Herramientas de medición y/o tratamiento
Covariable	Edad 26 a 34, 34 a 42, 42 a 50	Cuantitativa	Clínica y de perfil de grupo	Hª Clínica (existe relación entre la edad y una mayor disfunción eréctil)
	Kilómetros recorridos a la semana 0 a 100 km 100 a 200 km 200 a 300 km 300 a 400 km	Cuantitativa	Clínica y de perfil de grupo	Hª Clínica (existe relación entre mayor número de kilómetros y mayor disfunción eréctil)

	<p>IMC</p> <p>Menor 18.5 (bajo peso)</p> <p>18.5 a 24.9 (normal)</p> <p>25 a 29.9 (sobrepeso)</p>	Cuantitativa	Clínica y perfil de grupo	Hª Clínica (existe relación entre mayor IMC y mayores síntomas del entumecimiento genital)
Independiente	Tratamiento de fisioterapia en el suelo pélvico	Cualitativa	De estudio	<p>-Tratamiento conservador Puntos gatillo</p> <p>-Maniobras miotensivas</p> <p>Contracción- relajación</p>
	Bikefit + Intervención ergonómica	Cuantitativa y cualitativa	De estudio	<p>-Sistema de análisis en 3D</p> <p>-Medidor de presiones en el sillín geBiomized GP Bike</p> <p>-Cambios ergonómicos</p>
Dependiente	Función Eréctil	Cualitativa	De estudio	-Cuestionario de la función eréctil [Anexo 10]
	Función Eréctil	Cuantitativa	De estudio	-Rigidez y tumescencia peneana nocturna

	Intensidad del Dolor	Cuantitativa	De estudio	Escala visual Analógica
	Irrigación sanguínea del pene	Cuantitativa	De estudio	Ecografía doppler dúplex
	Dolor a la presión (Valora atrapamiento e hipersensibilidad del pudendo)	Cuantitativa Cuantitativa	De estudio	-Algómetro -Escala 7 niveles de Beco
	Restricción tejido conectivo (Valora atrapamiento e hipersensibilidad del pudendo)	Cualitativa	De estudio	Test de pinza rodada
	Tiempo de aparición y duración del entumecimiento genital en cada entrenamiento	Cuantitativa y cualitativa	De estudio	Cuestionario

Tabla 1. Variables de estudio

5.3.2. Variables dependientes

Las variables dependientes del estudio están centradas en valorar la presencia, disminución de los problemas de la compresión perineal a lo largo del transcurso del estudio y la ausencia de ésta al acabar la intervención. Debido a que la compresión está compuesta por diversos trastornos, subdividiremos en un conjunto de variables para objetivar el grado de mejoría. Entre los problemas de la compresión perineal se tendrán en cuenta los síntomas vasculares y nerviosos propios del ciclismo (entumecimiento o adormecimiento genital), restricciones en el tejido conectivo, hipersensibilidad, dolor a la presión en la zona del trayecto del nervio y canal de Alcock, se valorará la función eréctil y la tumescencia, rigidez peneana nocturna. Podremos valorar si la intervención mejora la irrigación sanguínea del pene mediante ecografía. A continuación, se muestran todas las variables a medir de forma explicativa:

- **Función Eréctil:** En su valoración se decide utilizar las medidas más conservadoras dentro de las recomendaciones diagnósticas de la guía clínica sobre la disfunción sexual masculina de la Asociación Europea de Urología:
 - *International Index of Erectile Function (IIEF-15):* Cuestionario validado compuesto de 15 preguntas que determina la severidad de la disfunción atendiendo a los dominios de función eréctil, satisfacción en la relación sexual, función orgásmica, deseo sexual, satisfacción global (90).
 - *Tumescencia y rigidez peneana nocturna:* Las erecciones relacionadas con el sueño son de origen natural, de forma periódica, principalmente durante la fase REM. Mediante el Rigiscan Plus, un monitor computarizado usado en la pierna, con dos bucles conectados al pene (base y punta) evaluamos la función eréctil. Para un mecanismo considerado normal, deberá presentar una rigidez mínima del 60% registrada en la punta del pene, de 10 minutos o más de duración en al menos dos noches (17,39,40,45).
- **Irrigación sanguínea del pene:**
 - *Ecografía Doppler-Duplex:* Valoraremos cambios de calibre de la arteria intracavernosa, el comportamiento espectral en el complejo sístole/diástole y en definitiva la morfología espectral de las arterias

intracavernosas El flujo arterial sistólico máximo deberá ser mayor de 30cm/s y el índice de resistencia mayor de 0,8 para considerarlo como normal (45,46).

- **Dolor a la presión:**

- *Algómetro:* Realizaremos la presión en la salida del conducto de Alcock. Nos indica el umbral del dolor del paciente mediante una presión objetiva y medible. Nos permitirá poder cuantificar el umbral del dolor inicial del sujeto y su evolución durante el estudio (91).
- *Escala de 7 niveles Beco et al:* Nos permite valorar el umbral de dolor a la presión en el conducto de Alcock de una manera más subjetiva a partir del dolor que siente el paciente y con la presencia o no de irradiación del dolor (11,29,43).

- **Intensidad del dolor:**

- *Escala Visual Analógica (EVA):* Consiste en una escala continua de unos 10 cm de longitud en horizontal o vertical. Está dividida en 10 valores, del 0 al 10, siendo 0 la ausencia de dolor y 10 el peor dolor imaginable. La escala EVA será utilizada en diferentes momentos y posiciones de la intervención. Durante la sedestación, en bipedestación, antes del entrenamiento, después (92).

- **Restricciones del tejido conectivo:**

- *Test de pinza rodada o Skin Rolling test:* (especificidad 84%, sensibilidad 55%) Desplazamiento de la piel y tejido subcutáneo desde el ano hacia el pubis sobre el trayecto de las ramas pudendas. Valorar movilidad del tejido y reproducción del dolor (11,29,43).

- **Tiempo de aparición y duración del entumecimiento genital en cada entrenamiento:**

- *Cuestionario:* Se realizará al paciente una serie de preguntas antes, durante y después del entrenamiento acerca de la existencia o no de los síntomas de entumecimiento genital, en el caso de su aparición se anotará cuánto tiempo ha tardado en aparecer y en desaparecer. De esta forma nos permitirá establecer correlaciones significativamente positivas si la intervención provoca a lo largo del tiempo una disminución en el tiempo y en la aparición.

5.4. MANEJO DE LA INFORMACIÓN/RECOGIDA DE DATOS

Para garantizar la calidad del estudio y su manejo se hará una mención explícita sobre el manejo de la información y su recogida que va a ser extraída del estudio a partir de las variables seleccionadas. Durante su transcurso, se pretende garantizar la máxima intimidad y privacidad en el momento de la valoración y recogida de los datos, principalmente por encontrarnos en zonas anatómicas de gran intimidad, y asegurar la máxima protección posible de todos los datos extraídos del paciente (se le asignará un número de identificación a cada participante de forma aleatorizada para preservar su identidad). El estudio estará compuesto por un equipo interdisciplinar con 4 tipos de fisioterapeutas (A, B, C, D) 2 tipos de médicos (A, B) y un estadístico divididos en 5 grupos:

- **1º grupo:** Encargados de la anamnesis, valoración y exploración física para diagnosticar y establecer si se cumplen los criterios de inclusión.
 - Andrólogo (A)+ Fisioterapeuta(A).
- **2º grupo:** Encargado de realizar el estudio biomecánico, anotar cambios, medidas en la bicicleta y aquellos aspectos morfológicos del paciente imprescindibles para el estudio biomecánico (altura, anchura de las tuberosidades isquiáticas, flexibilidad cadera e isquiotibiales...).
 - Fisioterapeutas especializados en biomecánica del ciclismo (B).
- **3º grupo:** Encargado de la realización de las pruebas de esfuerzo.
 - Médico Deportivo (B).
- **4º Grupo:** Fisioterapeutas encargados del tratamiento.
 - Fisioterapeutas encargados del suelo pélvico (C).
 - Fisioterapeuta encargado de supervisar los entrenamientos (D).
- **5º Grupo:** Encargado de la recogida de toda la información y análisis estadístico.
 - Andrólogo (A) + Fisioterapeuta (A).
 - Estadístico (recoge todos los datos y los traspasa a un ordenador con una contraseña que sólo conoce él y realiza análisis estadísticos).

Se realizará una recogida de datos inicial antes de empezar el tratamiento de todas las variables dependientes y covariables a medir. Una vez comenzado el estudio, la recogida de datos de las variables dependientes se realizará el fin de semana de cada

dos semanas para la exploración física (intensidad del dolor, dolor a la presión, restricción tejido conectivo, cuestionario de entumecimiento genital en la bici (los 3 días de entrenamiento)), cada mes las variables que faltan, excepto el cuestionario de la función eréctil que se realizará otra vez al acabar el estudio. En [Anexo 15] se explica en detalle el nº de mediciones al igual que en el apartado del calendario.

Todos los datos obtenidos a lo largo del estudio, se codificarán para introducirse en una base de datos a partir del estadístico y realizar el análisis a partir del programa SPSS.

5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos obtenidos durante el estudio serán recogidos y exportados al programa informático Excel (versión 2013) para poder posteriormente introducirlos en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 24.0 para Windows, y poder realizar el análisis de todas las variables en el estudio. Se aplicará en un primer lugar el análisis descriptivo univariante y bivalente, con el objetivo de presentar, caracterizar y describir apropiadamente las diversas características de cada variable. Para el análisis univariante, se realizarán tablas de frecuencias y se utilizarán herramientas estadísticas para las variables cuantitativas, como son las medidas de tendencia central (moda, media aritmética y mediana), de posición (cuartiles y percentiles), de dispersión (amplitud, rango intercuartílico, varianza, desviación típica), de forma (distribución normal, asimetría, apuntamiento). Para la facilitación de la lectura de los resultados se utilizarán diferentes representaciones gráficas como el histograma y polígono de frecuencias para las cuantitativas o el diagrama de barras para las cualitativas. En el análisis bivalente, para valorar la relación entre variables utilizaremos las tablas de contingencia y la comparación de frecuencias mediante el test Chi- cuadrado de Pearson (cualitativas), el diagrama de dispersión y coeficiente de correlación lineal de Pearson (cuantitativas), comparación de las medias (T-Student, cualitativa-cuantitativa).

Una vez realizada la parte descriptiva, necesitaremos conocer la evidencia proporcionada por los datos a favor o en contra de la hipótesis propuesta. Para ello, utilizaremos la prueba de significación estadística o contraste de hipótesis. Estableceremos un nivel de significación α (5%). Lo que nos permite rechazar la

hipótesis nula (H_0), para aceptar la alternativa (H_1), es la validación de nuestro procedimiento de combinación del protocolo de cambios y entrenamiento ergonómico, junto con fisioterapia, mediante el análisis de las correlaciones y comparación de frecuencias de los datos obtenidos para la disminución del entumecimiento genital, dolor a la palpación, disfunción eréctil, irrigación sanguínea, intensidad del dolor (93).

- (H_0): El tratamiento miofascial del suelo pélvico combinado con modificaciones ergonómicas en el ciclista no es efectivo para la reducción del entumecimiento genital.
- (H_0): El tratamiento miofascial del suelo pélvico combinado con modificaciones ergonómicas en el ciclista no es efectivo para disminuir los síntomas de disfunción eréctil.
- (H_0): El tratamiento miofascial del suelo pélvico combinado con modificaciones ergonómicas en el ciclista no es efectivo para reducir la percepción de dolor a la presión en la zona perineal.
- (H_1): El tratamiento miofascial del suelo pélvico combinado con modificaciones ergonómicas en el ciclista es efectivo para la reducción del entumecimiento genital.
- (H_1): El tratamiento miofascial del suelo pélvico combinado con modificaciones ergonómicas en el ciclista es efectivo para disminuir los síntomas de disfunción eréctil.
- (H_1): El tratamiento miofascial del suelo pélvico combinado con modificaciones ergonómicas en el ciclista es efectivo para reducir la percepción de dolor a la presión en la zona perineal.

Mediante la aplicación de pruebas como la T-Student o ANOVA se pretende, a través de la prueba de significación, demostrar el impacto de la intervención respecto a la patología y proporcionar datos objetivos de su efectividad para poder ser utilizada como herramienta de tratamiento en la actualidad. Respecto a la inferencia estadística asumiremos intervalo de confianza del 95%, con un valor α de un 0'05, es decir, un 5% de error α (93).

5.6. PLAN DE INTERVENCIÓN

El plan de intervención está dividido en 2 fases; una primera que consistirá en el estudio biomecánico (bike fit) + cambios ergonómicos y una segunda que consistirá en el tratamiento y entrenamiento de los participantes. La fase 1, se realizará a todos los participantes de los dos grupos. Posteriormente, en la fase 2, el grupo control recibirá solo las pautas de entrenamiento con periodos de descanso de 48 horas entre entrenamientos. El grupo de intervención realizará las mismas pautas de entrenamiento pero durante los periodos de descanso se añadirá la fisioterapia.

5.6.1. FASE 1: BikeFit:+ Cambios ergonómicos

PROTOCOLO DEL BIKE FIT

Exploración física

- Examen plano frontal , posterior y sagital de la postura (valorar curvas de la columna)
- Squat profundo (ROM: Limitación articular o muscular, Rodilla: neutra, varo, valgo) , Single leg squat (valorar caída de la cadera, rotación del tronco, rodilla) (94).
- Valoración del pie: Navicular drop test, Heel rise test, test de Jack (mecanismo de windlass) (95,96), Foot posture index (97).
- Valoración pelvis (sacroilíacas, ROM de cadera)

Comprobación y medición de la bicicleta

- Reach y Stack (98).
- Sillín: altura, distancia sillín-manillar, retroceso, inclinación. Tipo (curvo, plano, duro, blando, anchura, con o sin agujero central, longitud de la nariz).
- Potencia (longitud).
- Separadores de dirección.
- Longitud de bielas (99).
- Manillar (tipo, anchura) (100).
- Pedal y calas (modelos, ajuste de tensión de desanclaje de la cala, q factor, grados de rotación de la cala) (101).

Comprobación y posicionamiento de las calas

- Ajuste anteroposterior (54,102,103).
- Ajuste rotacional (104).
- Ajuste lateral/ q factor (101).

Colocación de los marcadores y grabación del ciclista

- *Marcadores:* radiocubital inferior, epicóndilo, borde externo acromion, trocánter mayor, cóndilo femoral, maléolo peroneal, cara lateral calcáneo, 5º articulación metatarsal-falángica (105).
- Analizar la posición del ciclista a partir de sistema de grabación en 3d
 - Análisis cinemático angular (glenohumeral, codo, muñeca, tobillo rodilla, cadera, tronco) a diferentes grados de resistencia.
- Valoración tipo de sedestación
 - Valoración visual (adelantada, retrasada).
 - Simétrica o asimétrica, estable o inestable (mediante plomada laser).
 - Correcto apoyo de los isquiones mediante palpación manual.
 - Analizar las presiones en el sillín mediante el sistema geBiomized GP bike para cuantificar y evidenciar presión de partes blandas.

MACROAJUSTES, MICROAJUSTES Y CAMBIOS ERGONÓMICOS:

- Modificación de la altura, inclinación, anchura del sillín de los participantes: La altura del sillín seleccionada será según la fórmula de Ferrer-Roca et al (57) ($SH = 22.1 + [0.896E]^2 [0.15KA]$). El ángulo de rodilla deberá estar comprendido entre los 140 a 150º de extensión en el punto muerto inferior para evitar patología de rodilla (60). La inclinación del sillín será de 0º respecto a la horizontal. A pesar de que se haya demostrado que 10º hacia abajo causa un 44% reducción del estrés perineal. La posición inclinada y la ausencia de nariz en el sillín pueden llevar a una mayor presión sobre las manos y gran inestabilidad en el asiento.
- La elección del sillín estará basada en la literatura científica actual sobre la tipología de sillín y en los cambios en las presiones perineales, explicadas en el marco teórico. Seleccionamos un sillín sin punta, lo suficientemente ancho para las tuberosidades isquiáticas de cada paciente. Su forma será plana y no

curva. Estará compuesto por material duro para evitar el hundimiento de los isquiones. Presentará un agujero central en la zona perineal lo suficientemente grande para evitar un aumento de presión localizada en los bordes y aliviar presiones en la zona.

- Respecto a la inclinación del tronco muy importante para reducir las presiones, estará comprendida entre 60 a 90° de flexión, la cual variará según los demás parámetros cinemáticos a ajustar y las características morfológicas del sujeto para buscar la mayor estabilidad y comodidad en la bicicleta (22). Dependiendo del Reach de la bicicleta y las características del ciclista, se deberá en algunos casos modificarlo a partir del retroceso o avance del sillín, el acortamiento o alargamiento de la potencia, encontrándose la inclinación del tronco dentro de los parámetros establecidos y las presiones del sillín analizadas a partir del sistema GP Biomized sean las correctas, con una sedestación simétrica y estable (98).
- Todos los pacientes llevarán el mismo culote para evitar sesgos debido a la posibilidad de presentar capacidades amortiguadoras distintas según el material de éste.

5.6.2. FASE 2: Entrenamiento y Fisioterapia (12 semanas)

ENTRENAMIENTO

Valoración de la condición física y pruebas de esfuerzo

Antes de realizar la fase 2 y una vez completa la fase 1, necesitamos conocer el nivel físico y capacidades cardiorespiratorias de cada sujeto. Los resultados de las pruebas no pretenden relacionarse con ningún aspecto de la enfermedad ni finalidad del estudio, meramente serán utilizadas para poder establecer el planning de entrenamiento con los mejores márgenes de seguridad, calidad, para la evitación del overreaching y obtención de unas condiciones progresivas de los entrenamientos lo más reales posibles a los que se van a afrontar en la vida real. Durante la realización de las pruebas seleccionadas, a parte de las medidas ergonómicas citadas anteriormente en la bicicleta, se incorporarán las medidas dinámicas que propone la evidencia para evitar empeorar la patología. Además, se han seleccionado aquellas pruebas en las que su duración no es excesivamente larga. Se realizará a todos los

pacientes el test submáximo de Lamberts para ciclismo (LSCT) como modo de calentamiento, para acabar realizando el test de producción de potencia máxima, con el objetivo de monitorizar con precisión el estado de entrenamiento y rendimiento del ciclista.

El test LSCT, consistirá en 17 minutos de trabajo en los cuales hay que ejercitarse a diferentes rangos de frecuencia cardíaca (60-80-90% de la frecuencia cardíaca máxima, (106) según la fórmula de Tanaka inicialmente $(208 - 0.7 \times \text{edad})$ (107). La cadencia es la preferida por el ciclista. La duración de los palieres son de 6 minutos en el primer y segundo, 3 minutos en el tercero y 90 segundos de recuperación para valorar el tiempo que tarda el ciclista en recuperar dicho esfuerzo y que es indicativo del estado de recuperación y por tanto de la forma deportiva. Este test nos servirá de calentamiento para realizar la prueba de producción de potencia máxima (PPO), que nos permitirá conocer la frecuencia cardíaca máxima real de cada sujeto y conocer sus rangos aeróbicos para trabajar en el entrenamiento. Se iniciará exactamente 8 minutos después del final del calentamiento. Se aplicará una velocidad de trabajo inicial de $2,50 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ de masa corporal, después, la carga se incrementará en 20W cada minuto hasta que el ciclista no pueda sostener una cadencia mayor de 70 rpm o no pueda más debido a la fatiga (106,108). Se incluirá el análisis de gases respiratorios (VO_2max).

Para la realización de las pruebas, se utilizará el rodillo Computrainer [Anexo 11] [Anexo 12]. Mediante los análisis de la prueba de potencia máxima y el cálculo de la potencia mediante el Computrainer, podremos conocer el potencial de umbral de lactato del ciclista, muy útil para la programación del tipo entrenamiento (109). Se dejará 1 semana de reposo en los pacientes tras finalizar las pruebas antes de comenzar con el entrenamiento, debido en gran parte al ejercicio intenso de las pruebas de esfuerzo.

Características del entrenamiento [Anexo 13] (110)

La intensidad del ejercicio irá dirigida siempre en márgenes de umbral aeróbico seguido de periodos de reposo para evitar la sobrecarga y permitir el fenómeno de sobrecompensación del organismo para mejorar la condición física y adaptación anatómica del ciclista. Para permanecer con certeza dentro del umbral aeróbico y

evitar el umbral de lactato (UL), prestaremos atención a la sensación de esfuerzo como a la frecuencia cardíaca. Una vez conocemos estos factores, el entrenamiento se puede dividir en diferentes zonas de intensidad según el objetivo a trabajar. Se podrá dividir en 6 zonas: Zona 1 (recuperación), Zona 2 (resistencia extensiva), Zona 3 (resistencia intensiva), umbral (zona 4 y 5a), resistencia anaeróbica (zona 5 b), potencia (zona 5 c). Las zonas 1 y 4 serán las vías aeróbicas y de interés para trabajar en el estudio. El límite del umbral aeróbico se alcanza en el límite más bajo aproximadamente de la zona 2 y en la zona 4 y 5 nos encontramos justo ligeramente por debajo o por encima del umbral anaeróbico del deportista.

El entrenamiento en zonas aeróbicas permitirá desarrollar una correcta resistencia aeróbica básica para poder progresar a una resistencia extensiva caracterizada por mayores tiempos de trabajo respetando el umbral. De esta forma, la producción de lactato será muy baja. La frecuencia cardíaca oscilará de 65 a 80% de la FC máx. El entrenamiento en la zona de resistencia intensiva (zona 3) nos permitirá al final del estudio trabajar en márgenes por debajo del umbral del lactato, pero ejercicios suficientemente duros como para generar una cantidad significativa de ácido láctico y obligar al cuerpo a procesarlo.

Protocolo de entrenamiento

El protocolo de entrenamiento estará formado por 3 fases. Las 2 primeras, se realizarán en rodillo por grupos de 10 personas para evitar la oscilación lateral de la bici, las pendientes del terreno, poder anotar en todo momento cualquier tipo de molestia, marcar los tiempos en los que se deben realizar los cambios ergonómicos dinámicos (levantarse del sillín cada 10 minutos durante 40 segundos) y como objetivo principal conseguir la adaptación anatómica y fisiológica progresiva a la nueva postura y el entrenamiento.

Encontraremos variables constantes y otras que cambiarán con el entrenamiento. Entre las variables constantes estará la frecuencia cardíaca y el esfuerzo percibido según de cada fase y el UL [Anexo 13.2] [Anexo 13.3] (109,110). Como variables móviles, el tiempo de entrenamiento, la cadencia de pedaleo que dependerá del gusto de cada ciclista y la resistencia.

Durante este periodo, a los pacientes se les prohibirá realizar toda acción fuera del estudio que suponga un posible estrés perineal (montar a caballo, ir en motocicleta...)

- Fase 1

La primera fase irá centrada en obtener una resistencia extensiva aeróbica (zona 2) con periodos de recuperación activos (zona 1) y pasivos.

- Semana 1: lunes y miércoles 30 min en Zona 2. Viernes 30 min. zona 1.
- Semana 2: lunes y miércoles 40 min en Zona 2. Viernes 30 min. zona 1.
- Semana 3: lunes y miércoles 50 min en Zona 2. Viernes 30 min. zona 1.
- Semana 4: lunes y miércoles 1 hora en Zona 2. Viernes 30 min. zona 1.

- Fase 2

El objetivo de la segunda fase buscará una transición progresiva hacia la zona de resistencia intensiva (zona 3) y un aumento del tiempo de entrenamiento para conseguir entrenamientos que se asemejen a la práctica real por encima de la hora.

- Semana 5: lunes y miércoles 1 hora en Zona 2. Viernes 30 min. zona 1.
- Semana 6: lunes y miércoles. 40 min en Zona 3 Viernes 30 min. zona 1.
- Semana 7: lunes y miércoles 1h 15 min en Zona 2. Viernes 30 min. zona 1.
- Semana 8: lunes y miércoles 50 min en Zona 3. Viernes 30 min. zona 1.

- Fase 3

Los periodos de intensidad en esta última fase serán como en las anteriores, la búsqueda de la mejora de la resistencia aeróbica. El objetivo principal es la transición de la práctica del rodillo a la carretera en condiciones reales como último paso para la adecuación anatómica del ciclista. Aquí, entrarán en juego más factores, como la oscilación lateral de la bicicleta, las pendientes, velocidad. Aprovechando las instalaciones del centro de alto rendimiento se buscará un circuito para su realización.

- Semana 9: lunes y miércoles 1h 20 min en Zona 2. Viernes 40 min. zona 1.
- Semana 10: lunes y miércoles 1 hora en Zona 3. Viernes 40 min. zona 1.
- Semana 11: lunes y miércoles 1 hora y 30 min en Zona 2. Viernes 40 min. zona 1.
- Semana 12: lunes y miércoles 1 hora y 15 min en Zona 3. Viernes 40 min. zona 1.

TRATAMIENTO EN FISIOTERAPIA (34,111–117)

Tratamiento para las restricciones del tejido conectivo (115):

- El terapeuta realizará la pinza rodada desde la parte interna de la rodilla hacia la ingle.
- Liberación de los tejidos conectivos triángulo urogenital y de la fosa isquiorrectal (paciente en decúbito supino y con caderas y rodillas flexionadas a unos 90) Los dedos extendidos de una de las manos del terapeuta se colocan en los tejidos con presión hacia la pared lateral de la pelvis. Se movilizarán cefálicamente [Anexo 14.1].
- Las áreas que demuestren resistencia a la liberación manual, se les aplicará punción seca superficial en la fosa isquiorrectal, utilizando varias agujas de 31-30G (0,25mm-0,30mm). La aguja se manipula a través del área de una manera picoteante pero sin salir del sitio de inserción de la piel, Después, las agujas se dejarán en los tejidos subcutáneos durante un período de aproximadamente 10 min.

Tratamiento para la hipertonía muscular y puntos gatillo

Se utilizarán técnicas de relajación postisométrica combinadas con estiramiento y vuelta a la posición inicial de forma gradual, lenta y sin dolor para evitar el reflejo miotático de defensa. La contracción se realizará durante la inspiración. 6 segundos de contracción x6 segundos de relajación x 6 repeticiones.

Se añadirán técnicas de compresión mediante liberación por presión, en el que el fisioterapeuta buscará las barreras del tejido conectivo, coincidiendo la primera generalmente con un cierto grado de molestia por parte del paciente y sólo se aumentará la presión cuando note un descenso del tono, llegando a conseguir hasta 3 descensos. Para ello, los fisioterapeutas serán instruidos acerca de este concepto y realizarán prácticas antes de realizar el estudio con el objetivo de minimizar el sesgo inter e intraobservador (33,34,112,117). Los músculos principalmente a trabajar serán:

- **Piriforme:** músculo abductor de cadera y rotador externo o interno dependiendo del grado de flexión de cadera. Utilizaremos dos técnicas de

contracción-relajación y la técnica de liberación por presión [Anexo 14.3] [Anexo 14.4] (112,117).

- Flexión de la cadera $<90^\circ$ → Rotador externo y abductor → Técnica Rotación interna +Aducción de cadera.
 - Flexión de la cadera $> 90^\circ$ → Rotador interno y abductor → Técnica Rotación Externa+ Aducción de cadera.
- **Obturador interno:** rotador externo de cadera. Paciente en decúbito supino, buscar la rotación interna cadera con la extremidad inferior en extensión o rodilla y cadera flexionadas a 90° . Utilizaremos técnicas internas y externas para la liberación por presión [Anexo 14.3] [Anexo 14.6] [Anexo 14.7] (112,116,117).
 - **Elevador del ano:** Técnica de inhibición, liberación por presión. Paciente en decúbito prono, el borde de la mano proximal realiza una presión bajo la cresta del sacro y el coxis, la mano distal refuerza la acción de la mano proximal. La tensión será siempre suave, lenta y sin dolor en dirección hacia la sínfisis púbica [Anexo 14.8] (112,117).
 - **Transverso profundo del periné:** Técnica de inhibición, liberación por presión. Paciente en decúbito lateral, la eminencia tenar de la mano distal hace presión sobre la tuberosidad isquiática hacia el lado opuesto [Anexo 14.9] (117).
 - **Psoas ilíaco:** Se realiza la técnica de contracción-relajación, paciente decúbito supino. Se busca la extensión y rotación interna de la cadera mientras mantiene la extremidad inferior contralateral en flexión de rodilla y cadera para evitar compensaciones a partir de una lordosis lumbar [Anexo 14.5] (117).
 - **Técnicas intrarectales:** Los músculos y zonas internas serán tratados mediante vía intrarectal con 1 dedo (obturador interno, puboprostático o coccígeo, diafragma urogenital, esfínter urinario). Se utilizarán 2 técnicas, la primera dirigida a la fascia endopélvica y al músculo pubococcígeo, lateral al borde prostático, desde el cuello de la vejiga hasta la uretra membranosa. La compresión repetitiva y liberación por presión disminuye la tensión del tejido.

Posteriormente, el dedo se dirige hacia el diafragma urogenital y el área del esfínter urinario. El dedo interno curvado apuntará hacia el examinador y el diafragma urogenital se estirará internamente [Anexo 14.2]. El margen posterior se identifica fácilmente por el músculo perineal transversal superficial, lo que limitará el movimiento posterior. La segunda técnica, para el obturador interno, el paciente se colocará en decúbito supino con aducción y rotación externa homolateral de cadera y realizará una contraresistencia provocando que el músculo obturador interno se ensanche bajo el músculo elevador del ano [Anexo 14.7] (118).

5.7. GENERALIZACIÓN Y APLICABILIDAD

El presente estudio se ha realizado en una población muy específica con tal de conseguir que sea lo más equitativo posible en la comparación de los grupos. Sin embargo, a pesar de que su aplicabilidad parezca ser bastante limitada, la extrapolación de los ciclistas de carretera a otras modalidades como el ciclismo en montaña, triatlón o aquellas personas que hagan de la bicicleta un transporte o que las usen para trabajar durante un gran periodo de horas, como puede ser el caso de policías urbanos, hace que el número de población susceptible de padecer algún problema perineal por el uso de la bicicleta sea elevado.

Para poder realizar una generalización de los resultados y poder justificar su aplicabilidad dentro de las ciencias de la salud, necesitaríamos una muestra de sujetos más amplia que la seleccionada, sin embargo, en los estudios de biomecánica de ciclismo, el coste económico que supone albergar a un gran número de pacientes a la vez en un estudio, con un elevado número de constantes y detalles a tener en cuenta, es muy elevado.

Se desconoce totalmente el impacto económico en la sanidad española sobre los trastornos urogenitales provocados por la práctica ciclismo. Sin embargo, tenemos suficientes datos epidemiológicos sobre los porcentajes promedio de los ciclistas que lo padecen, sobre la cantidad de personas que utilizan la bicicleta y sobre el gran impacto económico que genera el sector de la bicicleta en nuestro país y en la comunidad Europea. Según CONEBY, se vendieron en el año 2015 13.149.000

bicicletas en Europa, siendo España el 10º país europeo en el ranking de ventas con 355.000 en el 2015 (119).

La farmacología oral (antidepresivos, inhibidores de la PDE5), el uso de inyecciones intracavernosas, infiltraciones corticoides, la realización de una intervención quirúrgica de descompresión del nervio pudendo o de una prótesis peneana supone un gasto económico elevado para el sistema de salud que en el caso de la práctica ciclista se podría evitar. Y es que este estudio no sólo nos permite conocer si esta opción terapéutica es recomendable para el tratamiento de esta patología, sino que nos permite demostrar que la biomecánica y ergonomía en el ciclismo es una herramienta preventiva imprescindible para el ahorro económico en el sistema de salud nacional.

Desde el punto de vista no sanitario, los trastornos urogenitales por la compresión perineal en el ciclista, provoca que un gran número de personas acaben renunciando a la práctica ciclista para mejorar sus síntomas o evitar su agravamiento. Esto puede provocar un gran impacto económico en el sector de ventas industrial, que cada año genera millones de euros y puestos de trabajo.

Como punto final, desde una visión más global, ecológica y medioambiental, son muchas las ciudades que están adoptando medidas contra la contaminación y muchas las personas que se suman a la iniciativa optando por el uso de la bicicleta como el transporte público ideal. Dadas las previsiones sobre la contaminación global, que incrementa exponencialmente a lo largo de los años, podemos predisponer que el uso de la bicicleta en las ciudades aumente en gran medida conforme el paso de los años (120,121).

6. CALENDARIO

El proyecto se iniciará el 1 julio de 2017, con una duración de 1 año y 4 meses hasta el 30 de septiembre de 2018.

6.1.FASE PREVIA *3 meses, Julio-Septiembre 2017*

Se realizará la búsqueda, selección de todos los recursos humanos y materiales necesarios para el estudio en un periodo de 3 meses. Se contactará por vía telefónica, en persona o mediante correo electrónico con los

profesionales que participen en el estudio y con los centros de alto rendimiento para su aceptación como futuro emplazamiento para el desarrollo del estudio y la facilitación de sus instalaciones y materiales. Además, se contactará y buscará asociaciones con casas comerciales especializadas en el Rigiscan plus, ecógrafos y herramientas de análisis biomecánicos (Retül) que permitirá reducir de manera significativa los costos del estudio sin alterar la validez y sin que suponga ningún conflicto de interés, principalmente por tratarse de herramientas de medida validadas que no influyen en la intervención. Por otro lado, se informará al mayor número posible de centros de atención primaria, especializados en urología o andrología, en la futura zona en la que se desarrolle el ensayo, para que informen a aquellos pacientes ciclistas que sufran algún tipo de molestia perineal, de la existencia de este estudio.

6.2. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA *5 meses, Octubre 2017 -Febrero 2018*

Una vez establecido el lugar de emplazamiento y adquirido los recursos humanos y materiales necesarios, se deberá realizar el reclutamiento de los participantes del estudio que durará un periodo de 5 meses. Para ello, a partir de los pacientes derivados por los hospitales o centros de atención primaria de la zona de Sant Cugat del Valles y Barcelona, se reclutarán en las instalaciones del servicio médico del CAR de manera individual para realizar una valoración y exploración de manera más detallada, específica, con el fin de conocer su cumplimiento o no con los criterios de inclusión establecidos para el estudio. Además, aquellos participantes que sean aceptados en el estudio se les realizarán una valoración inicial de todas las variables a estudiar en el estudio y se informatizarán sus resultados.

Se entregará toda la documentación correspondiente al consentimiento informado para que lo firmen los pacientes. Se realizarán reuniones informativas donde se explicarán las intervenciones y mediciones a los sujetos, como los días y horas que se llevarán a cabo. Aprovechando el largo periodo, se instruirán a los profesionales mediante charlas, clases acerca de todos los parámetros que deben tener en cuenta con el objetivo de estandarizar y realizar el tratamiento más equitativo posible a todos los participantes reduciendo la diferencia entre observadores.

6.3. INTERVENCIÓN Y RECOGIDA DE DATOS *5 meses, Marzo-Julio 2018*

Durante los 5 meses posteriores, los dos grupos llevarán a cabo las sesiones correspondientes con su respectiva recogida de datos. Este periodo estará dividido en 4 fases:

Fase 1: Bike fit *4 semanas, Marzo 2018*

En ella se citará a los participantes a lo largo de 2 semanas para realizar el estudio biomecánico de ciclismo y establecer los cambios ergonómicos en la bicicleta. Posteriormente, continuará con 2 semanas de parón, para adquirir aquellos materiales específicos de la bicicleta, necesarios según las características de cada sujeto para la intervención ergonómica.

Fase 2: Prueba de Esfuerzo *3 semanas*

Se realizará todas las pruebas correspondientes a los ciclistas a lo largo de 2 semanas (test LSCT, PPO) con el objetivo de monitorizar con precisión el estado de entrenamiento, rendimiento del ciclista y poder adoptar un entrenamiento con los mayores márgenes de seguridad y de individualidad posibles. Posteriormente, una vez finalizado las pruebas, se dejará una semana de descanso para los participantes debido a la exigencia física sufrida en las pruebas anteriores, además, se aprovechará esta semana de descanso para elaborar los informes y resultados de las pruebas.

Fase 3: Entrenamiento y Fisioterapia *3 meses+1 semana (medición final), Abril-Julio 2018*

Esta fase consiste en el plan de intervención principal del estudio por el cual se quiere valorar el efecto de los tratamientos en la mejoría de la patología. Estará compuesto por entrenamientos los lunes, miércoles y viernes. Los martes y jueves se dedicarán a periodos de descanso en el grupo control y tratamiento en fisioterapia en el grupo de investigación. Esta fase está dividida

en 3 periodos según el tipo de entrenamiento a realizar (explicación en apartado plan de intervención).

Con el objetivo de dar una gran calidad metodológica al estudio, no existirá una medición final cuando finalice, si no que a lo largo de la intervención se irán tomando numerosas mediciones con el objetivo de cuantificar el grado de mejoría de manera más específica a lo largo del tiempo.

Las mediciones se realizarán cada dos semanas para la intensidad del dolor, el dolor a la presión, restricciones del tejido conectivo, cuestionario del entumecimiento genital. Entre la semana que no existen mediciones se aprovechará el tiempo para que el estadístico informatices todos los resultados obtenidos. Cada mes, se incorporarán las mediciones mediante el ecógrafo y el Rigiscan. Al final de estudio, se realizará una medición final de todas las variables para ser comparadas con la inicial en el apartado 6.2. y se establecerá una semana al acabar la intervención para incorporar todos los datos.

Los días que se llevaran a cabo serán el sábado y el domingo para todas las pruebas, excepto para el cuestionario del entumecimiento genital que se realizará el viernes durante el entrenamiento.

6.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS, RESULTADOS Y CONCLUSIONES : 2 meses, *Agosto-Septiembre 2018*

Durante 2 meses aproximadamente, se analizarán mediante herramientas estadísticas todos los datos obtenidos en las mediciones, informatizados y clasificados en bases de datos Excel. Una vez obtenido los resultados, a partir de pruebas como el contraste de hipótesis, se discutirá los resultados y se procederá a la elaboración de una serie de conclusiones acerca de las hipótesis iniciales planteadas. Se confeccionará un informe con todos los resultados de modo narrado y descriptivo con la presencia de gráficas.

Calendario 2017

Enero	Febrero	Marzo	Abril
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
Mayo	Junio	Julio	Agosto
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Calendario 2018

Enero	Febrero	Marzo	Abril
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
Mayo	Junio	Julio	Agosto
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

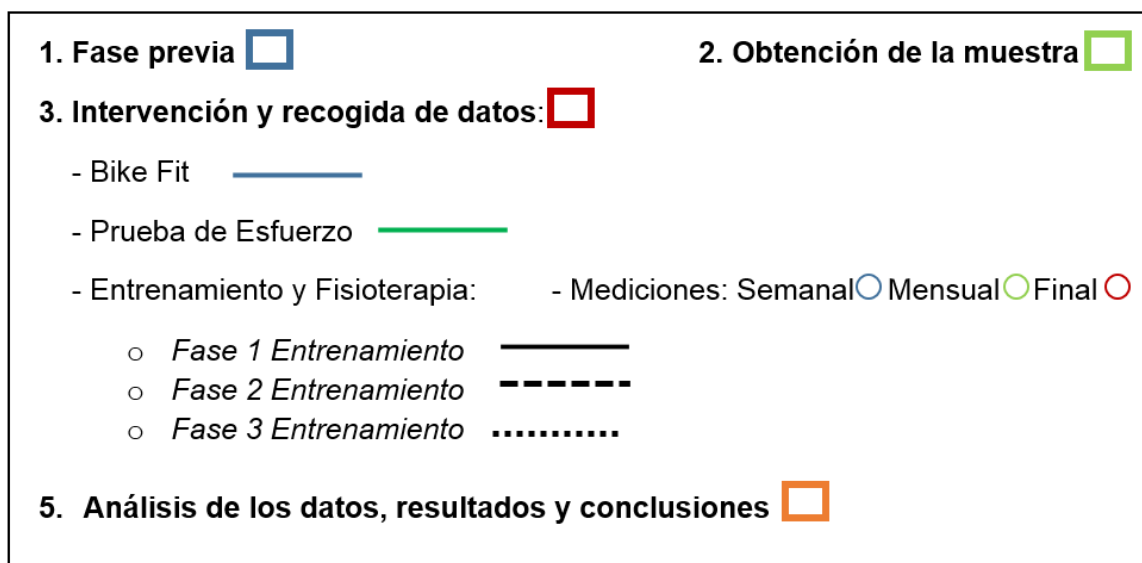


Figura 1. Calendario

7. LIMITACIONES Y POSIBLES SESGOS

Durante la elaboración del proyecto de investigación pueden intervenir una serie de limitaciones que se deben tener en cuenta, ya que podrían influenciar directamente en los resultados finales del proyecto.

En primer lugar, una de las restricciones básicas para llevarlo a cabo, será poder encontrar a 60 ciclistas que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión establecidos. La complicación de esta patología es que los ciclistas en una gran mayoría consideran los síntomas neuropáticos o de compresión arterial en los genitales tras entrenamientos de larga duración, como algo normal al que no dar importancia, ya que en primera instancia, desaparecen a los minutos, horas o con el periodo de descanso entre entrenamientos. Sin embargo, si no se tienen en cuenta los primeros síntomas, este tipo de lesión puede ser agravada con el tiempo y los ciclistas sean derivados a médicos especialistas en urología o andrología. De esta forma, se complica que este tipo de pacientes acudan a un fisioterapeuta durante el periodo inicial de los síntomas y acaben siendo tratados desde un punto de vista biomédico, olvidando el aspecto psicosocial del deportista. Así mismo, la búsqueda de 60 sujetos con un grado de afectación lo más similar posible que permita comparar

los resultados del estudio es un gran factor limitante que debemos tener en cuenta y que puede alargar la espera de la iniciación del estudio.

Por otro lado, sostenemos la importancia y calidad que genera un estudio de doble ciego en la validez interna y evidencia científica de un estudio. Sin embargo, las características, propiedades y tratamientos seleccionados en nuestro ensayo provocan la incapacidad de realizar un doble ciego debido a la imposibilidad de que tanto el fisioterapeuta como los pacientes sean inconscientes de la intervención que se está realizando. Por lo tanto, nos vemos obligados a realizar un ensayo de ciego simple, con la figura del analista externo que desconoce el grupo al que pertenecen los sujetos como solución principal, conociendo los riesgos y efectos que contiene, como puede ser el efecto Hawthorne.

En la selección de las herramientas de medición del proyecto se han elegido aquellas validadas, utilizadas en numerosos estudios científicos y que aconsejan su uso asociaciones de numeroso prestigioso como es la Asociación Europea de Urología. Sin embargo, existen inconvenientes en el uso de algunos instrumentos de medida seleccionados, principalmente por la posibilidad de error en la medida entre observadores. Con el fin de evitarlo, las mediciones de mayor complicación como es la ecografía Doppler-Duplex, se llevarán a cabo por el mismo evaluador, el cual se exigirá que sea un médico especialista en andrología con años de experiencia en el diagnóstico con ecografía. El resto de mediciones desde las más físicas como es el test de pinza rodada, la escala de 7 niveles de Beco, a las más cualitativas como los cuestionarios serán realizados por el mismo fisioterapeuta. Se realizará una calibración previa de los instrumentos y se utilizarán siempre los mismos.

Respecto al tratamiento y el bike fit, los fisioterapeutas realizarán sesiones formativas antes de comenzar el estudio, con el objetivo de estandarizar el procedimiento a seguir, adoptando las mismas pautas de conducta con la finalidad de realizar el tratamiento más homogéneo posible y minimizar al máximo las diferencias entre tratamientos.

8. PROBLEMAS ÉTICOS

Como en toda investigación científica con seres humanos, se deben seguir rigurosamente los tres principios generales que rigen la bioética (autonomía, beneficencia y justicia) (122,123) y el cumplimiento de la Declaración de Helsinki (124), el Código de Nuremberg (125) y el informe de Belmont (126).

En primer lugar, los pacientes elegirán con total libertad si quieren participar o no en el estudio mediante la firma del consentimiento informado [Anexo 16], tal como está recogido en la Declaración de Helsinki de 1964 y en sus revisiones posteriores (124). Además, serán informados sobre el motivo del estudio, su problema y toda la información más relevante, así como su total voluntad para abandonar el estudio si no desea continuar.

Se respetará la Ley orgánica 15/1999 con respecto a la protección de datos de carácter personal y toda información sustraída durante el proyecto quedará archivada y controlada, intentando en la mayor medida preservar su confidencialidad hasta su destrucción (127). A demás, de acuerdo a la Ley 41/2002, básica reguladora de la autonomía del paciente, derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica, el paciente estará obligado a facilitar datos totalmente verdaderos y toda esta información referente al estudio será conservada durante un periodo de al menos 5 años tras su finalización (128).

A pesar de que el tratamiento con punción seca será superficial y mínimamente invasivo, los fisioterapeutas deberán cumplir con la resolución 003/2012 del 6 de junio del Colegio de Fisioterapeutas de Cataluña sobre las condiciones para poder aplicar punción seca y estar registrados en el registro de profesionales que practican esta técnica.

Será de vital importancia obtener la aprobación y aval del Comité Ético de Investigación Clínica antes de comenzar el estudio.

9. ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se iniciará el 1 de julio de 2017 y finalizará el 30 de septiembre de 2018. Una vez firmado los convenios y asociaciones con las diferentes empresas y el centro de alto rendimiento, se comenzará realizando la valoración inicial de aquellos pacientes que quieran participar en el estudio, mediante 1 médico especialista en andrología y un fisioterapeuta especialista en síndrome miofascial y suelo pélvico. Ambos profesionales decidirán si cumplen los criterios de inclusión en una primera fase, que será completada por el análisis de las presiones en el sillín, la sedestación de los ciclistas mediante equipo especialista en bike fit formado por 2 fisioterapeutas. Si los pacientes cumplen con los criterios de la segunda fase, inmediatamente se realizará el estudio biomecánico y se implementarán todas las medidas ergonómicas.

A continuación, para conseguir un entrenamiento con los mayores márgenes de seguridad posible, se realizará a todos los participantes una prueba de esfuerzo con los cambios ergonómicos realizados ya en su bicicleta. Esta prueba se realizará por 1 médico deportivo durante dos semanas. (9 a 12 A.M y 4 a 7 P.M).

Posteriormente, se realizará el protocolo de actuación formado por los entrenamientos y la terapia manual con una duración de 12 semanas. Los entrenamientos serán supervisados por 1 fisioterapeuta los lunes, miércoles y viernes con 10 ciclistas a la vez en cada sesión (dependiendo de cada fase de entrenamiento: 9 a 12 A.M y 4 a 7 P.M. Las variaciones en los horarios se avisarán por correo electrónico o teléfono). La terapia manual se realizará por 3 fisioterapeutas los martes y jueves, sesiones de 45 min. (9 a 12 A.M y 4 a 8).

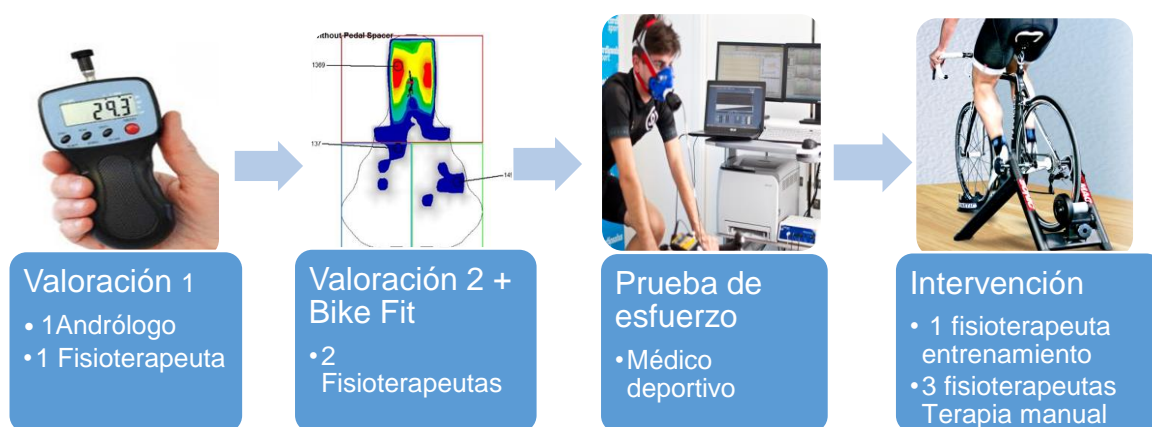


Figura 2. Organización del estudio

Durante y una vez finalizado el estudio, se recopilarán todos los datos para que el estadístico se encargue de realizar el análisis estadístico. Tras conseguir todos los resultados, se organizará una reunión con los investigadores para discutir los resultados, sacar conclusiones y plantear nuevas investigaciones.

10. PRESUPUESTO

10.1. ESTIMACIÓN FINANCIERA

Para la realización de una aproximación del presupuesto que se llevará a cabo en la intervención, hemos dividido todos los recursos en diferentes agrupaciones, según los recursos materiales, humanos y las instalaciones (totalmente gratuita por colaboración).

10.1.1. Recursos Materiales

Los dividiremos en el material de oficina, del bike-fit, de la intervención y para el diagnóstico.

Recursos materiales			
MATERIAL DE OFICINA	UNIDADES	PRECIO (€/ UNIDAD)	TOTAL
<i>Ordenador portátil Toshiba Satellite L12</i>	1	289 €	289€
<i>Programa SPSS</i>	1	Gratuito	-
<i>Disco duro extraíble Toshiba 1Tb</i>	1	50 €	50 €
<i>Paquete 500 folios DinA4 para consentimiento informado y mediciones</i>	2	3'75€	7'50 €
<i>Bolígrafos Bic</i>	25	0'23 €	5.75€
Total.....			352'25€

Tabla 2. Recursos materiales-Oficina

Recursos materiales			
MATERIAL BIKE-FIT	UNIDADES	PRECIO (€/ UNIDAD)	TOTAL
Sillín ergonómico	60	70€ Paga el paciente	4200€
Sistema de análisis 3d	1	Gratuito	-
Otros materiales de Bike fit	Variable	Desconocido	-
Total.....			4.200€

Tabla 3. Recursos materiales-Bike fit

Recursos materiales			
MATERIAL INTERVENCIÓN	UNIDADES	PRECIO (€/ UNIDAD)	TOTAL
Guantes látex esterilizados	1200	0'055€	66€
Agujas punción seca (1caja/100 unid.)	5	7'60€	38€
Rodillo Elite Novo Force Elastogel (Nº variable)	10	124 €	1240€
Pulsómetro ONRHYTHM 110 GEONAUTE (Nº variable)	10	17 €	170€
Total.....			1.514€

Tabla 4. Recursos materiales-Intervención

Recursos materiales			
MATERIAL DIAGNÓSTICO	UNIDADES	PRECIO (€/ UNIDAD)	TOTAL
Algómetro	1	235 €	235 €
Rigiscan	60	Gratuito	-
Eco-doppler duplex	1	Gratuito	-
Materiales prueba de esfuerzo	-	Gratuito	-
Total.....			235€

Tabla 5. Recursos materiales-Diagnóstico

La cantidad total aproximada de gasto económico para el estudio es de 2.101'25€ para todos los recursos materiales. Sin embargo, existen una serie de materiales que necesitan una explicación a parte. Los 1.240€ para los rodillos pueden variar dependiendo de la cantidad que haya disponible en el CAR hasta el punto de que el gasto económico sea 0€. Los materiales para la realización de la prueba de esfuerzo y el sistema de análisis 3d se encuentran ya disponibles en las instalaciones especializadas en biomecánica.

Aquellas herramientas diagnósticas como el Eco-doppler dúplex, Rigiscan se buscarán empresas, casas comerciales, que quieran ayudar con el estudio a cambio de hacerlas constar en él como colaboradoras. En un principio no supondrán ningún conflicto de interés porque no forman parte de la intervención y no cambiarán el resultado del estudio, ya que son herramientas de medida. Respecto a los componentes de la bicicleta que necesiten ser cambiados por el Bike Fit (potencia, separadores de dirección, sillín...) serán pagados por los sujetos donde el precio dependerá individualmente de cada uno. El sillín, un aspecto de gran importancia para los resultados del estudio, no se buscará ninguna casa comercial para evitar conflictos de interés y reducir la validez del estudio, al tratarse de una variable que podría sesgar todo el estudio.

10.1.2. Recursos humanos

En cuanto a los recursos humanos, buscaremos en todo momento voluntarios de diferentes hospitales, centros de salud, clínicas y centros privados con años de experiencia en cada modalidad en toda la provincia de Barcelona, a cambio de constar su nombre en el estudio. Sin embargo, dada la dificultad de encontrar a todo el personal, en caso de no conseguir todo el personal, estableceremos una tarifa de pago por cada modalidad de trabajo en el estudio y el número de días de trabajo de cada una.

Recursos humanos			
PROFESIONALES	UNIDADES	SUELDO(€)	TOTAL
Fisioterapeuta (A)	1	1.200 € (60 valoraciones)	1.200 €
Médico-Andrólogo (A)	1	1.600 € (60 valoraciones)	1.200 €
Fisioterapeuta Biomecánica (B)	2	40€/ valoración x 60 valoraciones	2.400€ (1.200€ cada uno)
Médico Deportivo (B)	1	50€/ prueba de esfuerzo	3.000 €
Fisioterapeuta-Entrenamientos (C)	1	1.000€/ 12 días al mes x 3 meses	3.000 €
Fisioterapeuta Terapia Manual (D)	3	1.100 €/ 8 días al mes x 3 meses	9.900€
Estadístico	1	1.000 €	1.000 €
Total.....			19.000 €

Tabla 6. Recursos Humanos

El presupuesto total del estudio como aproximación máxima será de 2.101'25€ (Recursos materiales: 2.101'25€ + recursos humanos: 19.000€). Deberemos tener en cuenta los precios de los rodillos y sobre todo las colaboraciones de profesionales que abaratarán en gran medida el costo del estudio ya que la gran mayoría proviene de los recursos humanos.

10.2. AYUDAS Y SUBVENCIONES

Con el objetivo de reducir al máximo los costos necesitaremos la colaboración de diferentes instituciones que cada año sacan subvenciones, becas, para proyectos científicos:

- Beca de introducción a la investigación para estudiantes universitarios convocada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

- Beca de ayudas a la investigación por el Colegio de Fisioterapeutas de Cataluña (CFC).
- Beca de ayuda a la investigación de la Fundación para la Investigación en Urología (FIU).

Además, se buscarán asociaciones o empresas relacionadas con la bicicleta, el bike fit, que estén interesadas en el estudio y quieran colaborar económicamente como la CONEBY, FECT, RFEC, RETÜL, Gebiomized, IBFI, Cyclefit, Shimano.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Sommer F, Goldstein I, Korda JB. Bicycle riding and erectile dysfunction: a review. *J Sex Med.* 2010;7(7):2346–58.
2. Leibovitch I, Mor Y. The vicious cycling: bicycling related urogenital disorders. *Eur Urol.* 2005;47(3):277–87.
3. Thompson MJ, Rivara FP. Bicycle-related injuries. *Am Fam Physician.* 2001;63(10):2007–14.
4. Dettori NJ, Norvell DC. Non-Traumatic Bicycle Injuries. *Sport Med.* 2006;36(1):7–18.
5. Baran C, Mitchell GC, Hellstrom WJ. Cycling-Related Sexual Dysfunction in Men and Women: A Review. *Sex Med Rev.* 2014;2(3):93–101.
6. Brant WO, Lue TF, Smith JF. Does bicycling contribute to erectile dysfunction? Examining the evidence. *Phys Sportsmed.* 2009;37(1):44–53.
7. Schwarzer U, Sommer F, Klotz T, Cremer C, Engelmann U. Cycling and penile oxygen pressure: the type of saddle matters. *Eur Urol.* 2002;41(2):139–43.
8. Baek S, Lee SY, Kim JM, Shin E, Kam S, Jung HC. Bicycle riding: impact on lower urinary tract symptoms and erectile function in healthy men. *Int Neurourol J.* 2011;15(2):97–101.
9. Goldstein I, Lurie AL, Lubisich JP. Bicycle riding, perineal trauma, and erectile dysfunction: data and solutions. *Curr Urol Rep.* 2007;8(6):491–7.
10. Mackinnon SE. Pathophysiology of nerve compression. *Hand Clin.* 2002;18:231–41.
11. Itza F, Salinas J, Zarza D, Gómez F, Allona A. Actualización del síndrome de atrapamiento del nervio pudendo: enfoque anatómico-quirúrgico, diagnóstico y terapéutico. *Actas Urológicas Españolas.* 2010;34(6):500–9.

12. Andersen KV, Bovim G. Impotence and nerve entrapment in long distance amateur cyclists. *Acta Neurol Scand.* 1997;95(4):233–40.
13. Badimón L, Martínez J. Disfunción endotelial. *Rev Española Cardiol.* 2006;6(Supl.A):21–30.
14. Badimón L, Martínez J. Endotelio en la protección vascular: nuevos conocimientos. *Rev Española Cardiol.* 2016;55(Supl 1):17–26.
15. More RS, Ruttly G, Underwood MJ, Brack MJ, Gershlick AH. A time sequence of vessel wall changes in an experimental model of angioplasty. *J Pathol.* 1994;172(3):287–92.
16. Taylor J, Kao TC, Albertsen PC, Shabsigh R. Bicycle riding and its relationship to the development of erectile dysfunction. *J Urol.* 2004;172(3):1028–31.
17. Schrader SM, Breitenstein MJ, Lowe BD. Cutting off the nose to save the penis. *J Sex Med.* 2008;5(8):1932–40.
18. Sommer F, König D, Graft C, Schwarzer U, Bertram C, Klotz T, et al. Impotence and genital numbness in cyclists. *Int J Sports Med.* 2001;22(6):410–3.
19. Sáenz I, Angulo J, Celtek S, González N, Heaton J, Pickard R, et al. Pathophysiology of erectile dysfunction. *J Sex Med.* 2005;2(1):26–39.
20. Sáenz de Tejada I, Angulo J, Celtek S, González N, Heaton J, Pickard R, et al. Physiology of erectile function. *J Sex Med.* 2004;1(3):254–65.
21. Lue TF. Erectile dysfunction. *N Engl J Med.* 2000;342(24):1802–13.
22. Gemery JM, Nangia AK, Mamourian AC, Reid SK. Digital three-dimensional modelling of the male pelvis and bicycle seats: impact of rider position and seat design on potential penile hypoxia and erectile dysfunction. *BJU Int.* 2007;99(1):135–40.
23. Nayal W, Schwarzer U, Klotz T, Heidenreich A, Engelmann U. Transcutaneous penile oxygen pressure during bicycling. *BJU Int.* 1999;83(6):623–5.

24. Lowe BD, Schrader SM, Breitenstein MJ. Effect of Bicycle Saddle Designs on the Pressure to the Perineum of the Bicyclist. *Med Sci Sport Exerc.* 2004;36(6):1055–62.
25. Bressel E, Reeve T, Parker D, Cronin J. Influence of bicycle seat pressure on compression of the perineum : A MRI analysis. *J Biomech.* 2007;40:198–202.
26. Nehra A, Goldstein I, Pabby A, Nugent M, Huang YH, de las Morenas A, et al. Mechanisms of Venous Leakage: A Prospective Clinicopathological Correlation of Corporeal Function and Structure. *J Urol.* 1996;156(4):1320–9.
27. Marceau L, Kleinman K, Goldstein I, McKinlay J. Does bicycling contribute to the risk of erectile dysfunction? Results from the Massachusetts Male Aging Study (MMAS). *Int J Impot Res.* 2001;13(5):298–302.
28. Hruby S, Ebmer J, Dellon L, Aszmann OC. Anatomy of pudendal nerve at urogenital diaphragm--new critical site for nerve entrapment. *Urology.* 2005;66(5):949–52.
29. Itza F, Zarza D, Salinas J, Gómez F, Bathal H. Síndrome de atrapamiento del nervio pudendo. *Rev Neurol.* 2010;50(3):157–66.
30. Popeney C, Ansell V, Renney K. Pudendal Entrapment as an Etiology of Chronic Perineal Pain : Diagnosis and Treatment. *Neurol Urodynamics.* 2007;3:8.
31. Maldonado PA, Chin K, Garcia AA, Corton MM. Anatomic variations of pudendal nerve within pelvis and pudendal canal: clinical applications. *Am J Obstet Gynecol.* 2015;213(5):1–6.
32. Ferreira A, Diaz G. Neuralgia del pudendo : algoritmo de manejo diagnóstico y terapéutico desde una unidad del dolor. *Progresos Obstet y Ginecol.* 2016;58(3):144–9.
33. Rosenbaum TY, Owens A. The Role of Pelvic Floor Physical Therapy in the Treatment of Pelvic and Genital Pain-Related Sexual Dysfunction. *J sex Med.* 2008;5:513–23.

34. Itza F, Zarza D, Serra L, Gómez F, Salinas J, Allona A. Síndrome de dolor miofascial del suelo pélvico: una patología urológica muy frecuente. *Actas Urológicas Españolas*. 2010;34(4):318–26.
35. Raizada V, Mittal RK. Pelvic floor anatomy and applied physiology. *Gastroenterol Clin North Am*. 2008;37(3):493–509.
36. Labat J, Riant T, Robert R, Amarenco G, Lefaucheur JP, Rigaud J. Diagnostic criteria for pudendal neuralgia by pudendal nerve entrapment (Nantes criteria). *Neurourol Urodyn*. 2008;27(4):306–10.
37. Hibner M, Desai N, Robertson LJ, Nour M. Pudendal neuralgia. *J Minim Invasive Gynecol*. 2009;17(2):148–53.
38. Khoder W, Hale D. Pudendal neuralgia. *Obstet Gynecol Clin North Am*. 2014;41(3):443–52.
39. Schrader SM, Breitenstein MJ, Clark JC, Lowe BD, Turner TW. Nocturnal penile tumescence and rigidity testing in bicycling patrol officers. *J Androl*. 2002;23(6):927–34.
40. Moore CA, Fishman IJ, Hirshkowitz M. Evaluation of erectile dysfunction and sleep-related erections. *J Psychosom Res*. 1997;42(6):531–9.
41. Weiss JM, Prendergast SA. Pitfalls in the effective diagnosis and treatment of pudendal nerve entrapment. *Int pelvic pain Soc*. 2006;13(3):3–6.
42. Prendergast SA, Rummer EH. The Role of Physical Therapy in the Treatment of Pudendal Neuralgia. En: 31st Annual meeting of the international urogynecological association. Atenas; 2006. p. 1–5.
43. Beco J, Klimov D, Bex M. Pudendal nerve decompression in perineology: a case series. *BMC Surg*. 2004;4:15.
44. Abt JP, Smoliga JM, Brick MJ, Jolly JT, Lephart SM, Fu FH. Relationship between cycling mechanics and core stability. *J strength Cond Res*. 2007;21(4):1300–4.

45. Wespes E, Amar E, Eardley I, Giuliano F, Hatzichristou D, Hatzimouratidis K, et al. Guía clínica sobre la disfunción sexual masculina: disfunción eréctil y eyaculación precoz. European association of urology. 2010;846–99.
46. Holguera PT, Jover DH, Ochoteco JI, Martí J. Valoración de la Disfunción Eréctil mediante ecografía Doppler-Duplex. Arch Esp Urol. 2001;6(54):617–25.
47. Benson JT, Griffis K. Pudendal neuralgia, a severe pain syndrome. Am J Obstet Gynecol. 2005;192(5):1663–8.
48. Pérez FR, Hita F. Management of pudendal neuralgia. Climacteric. 2014;17(6):654–6.
49. Hsieh YL, Kao MJ, Kuan TS, Chen SM, Chen JT, Hong CZ. Dry needling to a key myofascial trigger point may reduce the irritability of satellite MTrPs. Am J Phys Med Rehabil. 2007;86(5):397–403.
50. Leungwattanakij S, Flynn V, Hellstrom WJG. Intracavernosal injection and intraurethral therapy for erectile dysfunction. Urol Clin North Am. 2001;28(2):343–54.
51. Iriberry J, Muriel X, Larrazabal I. The bike fit of the road professional cyclist related to anthropometric measurements and the torque of de crank. The engineering of sport. 2008. p. 1–5.
52. Fonda B, Sarabon N, Li FX. Validity and reliability of different kinematics methods used for bike fitting. J Sports Sci. 2014;32(10):940–6.
53. Bini RR, Hume P, Croft J, Kilding A. Bicycle types and sizes. Biomechanics of Cycling. Cham: Springer International Publishing; 2014. p. 82–91.
54. Silberman MR, Webner D, Collina S, Shiple BJ. Road bicycle fit. Clin J Sport Med. 2005;15(4):271–6.
55. Willems PB. Body Configuration in Cycling Affects Muscle Recruitment and Movement Pattern. J Appl Biomech. 2003;19:310–24.

56. Dorel S, Couturier A, Hug F. Influence of different racing positions on mechanical and electromyographic patterns during pedalling. *Scand J Med Sci Sports*. 2009;19(1):44–54.
57. Ferrer V, Roig A, Galilea P, García J. Influence of saddle height on lower limb kinematics in well-trained cyclists: static vs. dynamic evaluation in bike fitting. *J strength Cond Res*. 2012;26(11):3025–9.
58. Dorel S, Couturier A, Hug F. Intra-session repeatability of lower limb muscles activation pattern during pedaling. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18(5):857–65.
59. Mestdagh K. Personal perspective: in search of an optimum cycling posture. *Appl Ergon*. 1998;29(5):325–34.
60. Bini R, Hume PA, Croft JL. Effects of bicycle saddle height on knee injury risk and cycling performance. *Sports Med*. 2011;41(6):463–76.
61. Gregor RJ, Broker JP, Ryan MM. The biomechanics of cycling. *Exerc Sport Sci Rev*. 1991;19(1):127–69.
62. Holmes JC, Pruitt AL, Whalen NJ. Iliotibial band syndrome in cyclists. *Am J Sports Med*. 1993;21(3):419–24.
63. Hug F, Dorel S. Electromyographic analysis of pedaling: a review. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009;19(2):182–98.
64. Jorge M, Hull ML. Analysis of EMG measurements during bicycle pedalling. *J Biomech*. 1986;19(9):683–94.
65. Angle P, Angle T, Bressel E, Larson BJ. Bicycle Seat Designs and Their Effect on Pelvic Angle, Trunk Angle, and Comfort. *Med Sci Sport Exerc*. 2002;327–32.
66. Spears IR, Cummins NK, Brenchley Z, Donohue C, Turnbull C, Burton S, et al. The effect of saddle design on stresses in the perineum during cycling. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(9):1620–5.

67. Munarriz R, Huang V, Uberoi J, Maitland S, Payton T, Goldstein I. Only the Nose Knows: Penile Hemodynamic Study of the Perineum–Saddle Interface in Men with Erectile Dysfunction Utilizing Bicycle Saddles and Seats with and without Nose Extensions. *J Sex Med.* 2005;2(5):612–9.
68. Rodano R, Squadrone R, Sacchi M, Marzegan A. Saddle pressure distribution in cycling: comparison of saddles of different design and materials. En: *Proceedings of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports.* Cáceres; 2002. p. 606–9.
69. Carpes FP, Dagnese F, Kleinpaul JF, Martins EDA, Mota CB. Bicycle saddle pressure: effects of trunk position and saddle design on healthy subjects. *Urol Int.* 2009;82(1):8–11.
70. Dettori JR, Koepsell TD, Cummings P, Corman JM. Erectile dysfunction after a long-distance cycling event: associations with bicycle characteristics. *J Urol.* 2004;172(2):637–41.
71. Potter JJ, Sauer JL, Weisshaar CL, Thelen DG, Ploeg HL. Gender differences in bicycle saddle pressure distribution during seated cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(6):1126–34.
72. McCabe MP, Sharlip ID, Lewis R, Atalla E, Balon R, Fisher AD, et al. Risk Factors for Sexual Dysfunction Among Women and Men : A Consensus Statement From the Fourth International Consultation on Sexual Medicine 2015. *J Sex Med.* 2016;13(2):153–67.
73. Maiorino MI, Bellastella G, Esposito K. Lifestyle modifications and erectile dysfunction : what can be expected ? *Asian J Androl.* 2015;17(1):5–10.
74. Vignera S, Condorelli R, Vicari E, Agata R, Calogero A. Physical Activity and Erectile Dysfunction in Middle-Aged Men. Minireview. *J Androl.* 2012;33(2):154–61.

75. Leoni LA, Fukushima AR, Rocha LY, Maifrino L, Rodrigues B. Physical activity on endothelial and erectile dysfunction: a literature review. *Aging Male*. 2014;17(3):125–30.
76. Ribeiro F, Jorge A, Alberto J, Oliveira J. Is exercise training an effective therapy targeting endothelial dysfunction and vascular wall inflammation? *Int J Cardiol*. 2010;141(3):214–21.
77. Hsiao W, Shrewsbury AB, Moses KA, Johnson TV, Cai AW, Stuhldreher P, et al. Exercise is Associated with Better Erectile Function in Men Under 40 as Evaluated by the international Index of Erectil Function. *J Sex Med*. 2012;9(2):524–30.
78. Maio G, Saraeb S, Marchiori A. Physical Activity and PDE5 Inhibitors in the Treatment of Erectile Dysfunction: Results of a Randomized Controlled Study. *J Sex Med*. 2010;7(6):2201–8.
79. Vignera S, Condorelli R, Vicari E, Agata R. Aerobic physical activity improves endothelial function in the middle-aged patients with erectile dysfunction. *Aging Male*. 2011;14(4):265–72.
80. Lazcano E, Salazar E, Gutiérrez P, Angeles A. Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. *Salud Publica Mex*. 2004;46(6):559–84.
81. Gabinete de estudios sociales y opinión pública. Barómetro de la bicicleta en España. 2015 p. 185.
82. Estad I. Determinación del tamaño muestral. *CAD Primaria*. 2010;3:138–14.
83. Chang HJ, Huang KC, WU CH. Determination of sample size in using central limit theorem for Weibull distribution. *Inf Manag Sci*. 2006;17(3):31–46.
84. Wang C, Nieschlag E, Swerdloff R, Behre HM, Hellstrom WJ, Gooren LJ, et al. Investigation, treatment and monitoring of late-onset hypogonadism in males: ISA, ISSAM, EAU, EAA and ASA recommendations. *Eur J Endocrinol*. 2008;159(5):507–14.

85. Saad F, Grahl AS, Aversa A, Yassin A, Kadioglu A, Kadioglu A, et al. Effects of testosterone on erectile function: implications for the therapy of erectile dysfunction. *BJU Int.* 2007;99(5):988–92.
86. Mikhail N. Does testosterone have a role in erectile function? *Am J Med.* 2006 May;119(5):373–82.
87. Rajmil O, Fernández M, Blasco A, Arrús J, Montañés R, Rodríguez J. Association of nocturnal penile rigidity with testosterone, metabolic syndrome, and other variables: a prospective cross-sectional pilot study. *Actas Urol Esp.* 2011;35(8):459–67.
88. Álvarez LI, Quesada G, Giralda AN. Escoliosis idiopática. *Rev pediatría atención primaria.* 2011;13(49):135–46.
89. Bressel E, Nash D, Dolny D. Association between attributes of a cyclist and bicycle seat pressure. *J Sex Med.* 2010;7(10):3424–33.
90. Rosen RC, Cappelleri JC, Lii NG. The International Index of Erectile Function (IIEF): a state of the science review. *Int J Impot Res.* 2002;14(1):226–44.
91. M.Kinser A, Sands WA, Stone MH. Reliability and validity of a pressure algometer. *J strength Cond Res.* 2009;23(1):312–4.
92. Gallagher EJ, Liebman M, Bijur PE. Prospective Validation of Clinically Important Changes in Pain Severity Measured on a Visual Analog Scale. *Ann Emerg Med.* 2001;38(6):633–8.
93. Cáceres RA. Estadística aplicada a las ciencias de la salud. Madrid: Ediciones Diaz de Santos;2007.
94. Rannama I, Reinpold K, Pedak K, Port K. Pedalling technique and postural stability during incremental cycling exercise – relationship with cyclist fms score. *J Sports Sci.* 2016;7(1):3–20.
95. Tiberio D. The Effect of Excessive Subtalar Joint Pronation on Patellofemoral Mechanics : A Theoretical Model. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987;9(4):160–5.

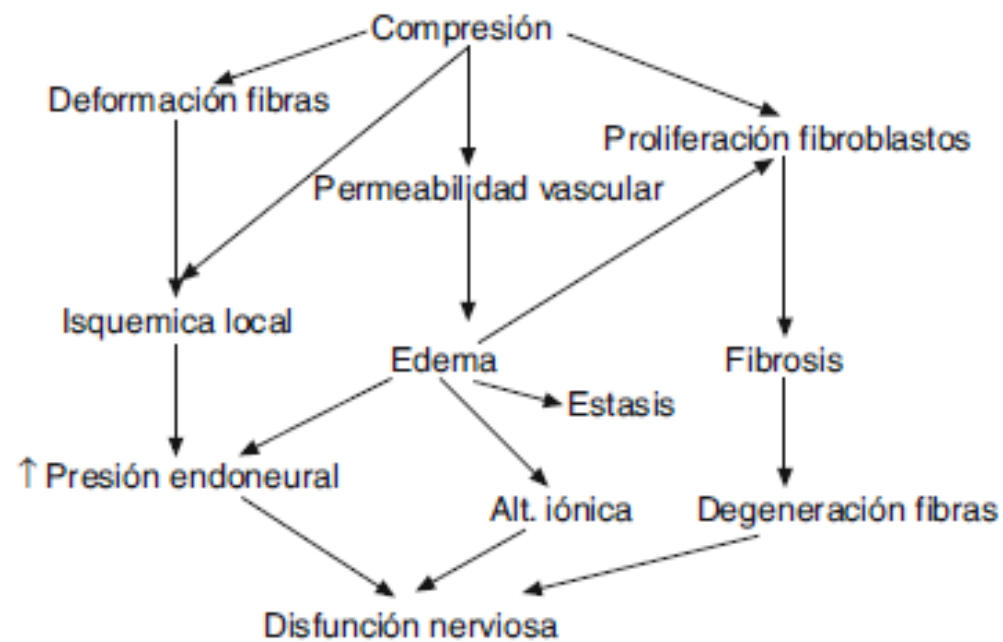
96. Fuller EA. The Windlass Mechanism of the Foot: A Mechanical Model to Explain Pathology. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2000;90(1):35–46.
97. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res.* 2008;1(6):1–9.
98. Marsden M, Schwellnus M. Lower back pain in cyclists: A review of epidemiology, pathomechanics and risk factors. *Int Sport J.* 2010;11(1):216–25.
99. Spirduso WW, Martin JC. Determinants of maximal cycling power: crank length, pedaling rate and pedal speed. *Eur J Appl Physiol.* 2001;84(5):413–8.
100. Muyor JM. The influence of handlebar-hands position on spinal posture in professional cyclists. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2015;28(1):167–72.
101. Disley BX, Li F. The effect of Q Factor on gross mechanical efficiency and muscular activation in cycling. *Scand J Med Sci Sports.* 2012;24(1):117–21.
102. Fitzgibbon S, Vicenzino B, Sisto SA. Intervention at the foot-shoe-pedal interface in competitive cyclists. Literature Review. *International J Sport Phys Ther.* 2016;11(4):637–50.
103. Chartogne M, Duc S, Bertucci W, Rodríguez JA, Pernía R. Effect of shoes cleat position on physiological and biomechanical variables of cycling performance. *J Sci Cycl.* 2016;5(2):5–6.
104. Ramos J, Domínguez G, Castillo JM, Fernández L, Munuera PV. Angular Position of the Cleat According to Torsional Parameters of the Cyclist's Lower Limb. *Clin J Sport Med.* 2014;0(0):1–5.
105. Rajkiewicz P, Lepkowska K, Cygan S. Video markers tracking methods for bike fitting. *SPIE Proc.* 2015;9662:1–10.
106. Lamberts RP, Swart J, Noakes TD, Lambert MI. A novel submaximal cycle test to monitor fatigue and predict cycling performance. *Br J Sports Med.* 2011;45(10):797–804.

107. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol. Elsevier Masson SAS*; 2001;37(1):153–6.
108. Journal IS, Town C, Town C. Measurement error associated with performance testing in well-trained cyclists : Application to the precision of monitoring changes in training status. *Int Sport J*. 2009;10(1):33–44.
109. Friel J. Valoración de la condición Física. La biblia del triatleta. 3rd ed. Badalona: Paidotribo; 2015. p. 69–92.
110. Friel J. Intensidad. La biblia del triatleta. 3rd ed. Badalona: Paidotribo; 2015. p. 43–66.
111. Markwell SJ. Physical therapy management of pelvi / perineal and perianal pain syndromes. *World J Urol*. 2001;(19):194–9.
112. Valancogne G, Plante F, Oudin G. Rééducation pelvi-périnéologique, techniques manuelles et douleurs pelvi-périnéales. *Pelvi-périnéologie*. 2009;4(2):147–52.
113. Labat JJ. La mathématique des douleurs pelvi-périnéales chroniques: comment transformer un problème complexe en une somme de problèmes simples ? *Pelvi-périnéologie*. 2009;4(1):1–3.
114. Anderson RU, Wise D, Sawyer T, Chan C. Integration of myofascial trigger point release and paradoxical relaxation training treatment of chronic pelvic pain in men. *J Urol*. 2005;174(1):155–60.
115. FitzGerald MP, Kotarinos R. Rehabilitation of the short pelvic floor. II: Treatment of the patient with the short pelvic floor. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*. 2003;14(4):269–75.
116. Grimaldi M. Painful perineum in all its forms. Contribution of manual medicine and osteopathy. Clinical study. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*. 2008;37(5):449–56.

117. Orveller F, Ensignor MB. Aspect myofascial des algies pelvi-périnéales : Kinésithér Sci. 2006;(463):25–37.
118. Weiss JM. Pelvic floor myofascial trigger points: manual therapy for interstitial cystitis and the urgency-frequency syndrome. J Urol. 2001;166(6):2226–31.
119. CONEBI. European bicycle market, Industry & Market profile (statistics). 2016 p. 82.
120. Observatorio de la sostenibilidad en España. Calidad del aire en las ciudades: clave de sostenibilidad urbana. 2008.
121. Ajuntament de Barcelona. Plan de mejora de calidad del aire de Barcelona 2015-2018. 2015. p. 70.
122. López PP, Mena CR. Legislación vigente y Ética en Investigación Clínica. Rev Int Ciencias Podol. 2012;6(2):81–93.
123. Siurana JC. Los principios de la bioética y el surgimiento de una bioética intercultural. Veritas. 2010;22:121–57.
124. Mazzanti MA. Declaración de Helsinki, principios y valores bioéticos en juego en la investigación médica con seres humanos. Rev Colomb bioética. 2011;6(1):125–44.
125. Núremberg T internacional. Código de Núremberg. 1947;1:2.
126. Department of Health Education and Helfare of the United States. The Belmont Report. 1979 p. 1–11.
127. Boletín oficial del Estado. Ley Orgánica, 15/1999, 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. 1999. núm. 298. p. 43088-99
128. Boletín oficial del Estado. Ley 41/2002, de 14 de Noviembre, Básica Reguladora de la Autonomía del Paciente y Derechos y Obligaciones en Materia de Información y Documentación Clínica. 2002. núm. 274 p. 40126-32.

12. ANEXOS

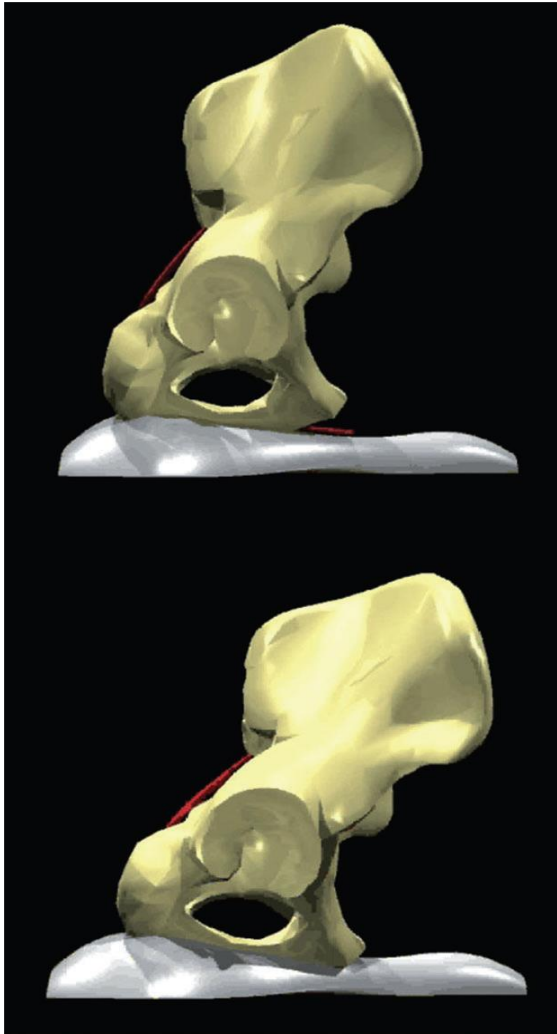
Anexo 1. Esquema general sobre la fisiopatología del atrapamiento nervioso (11).



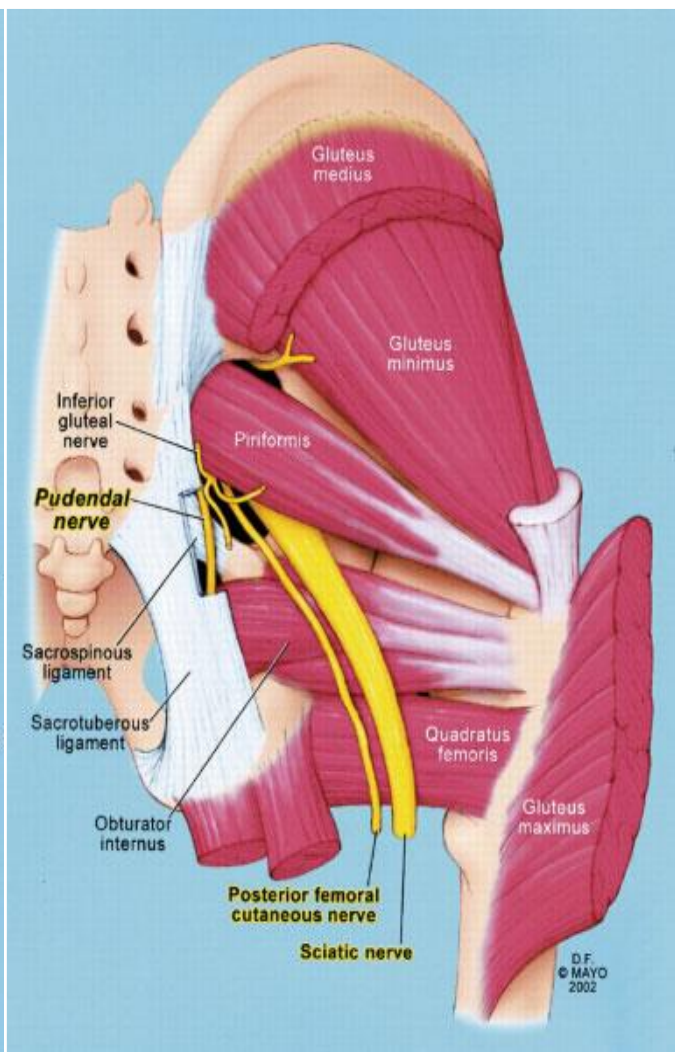
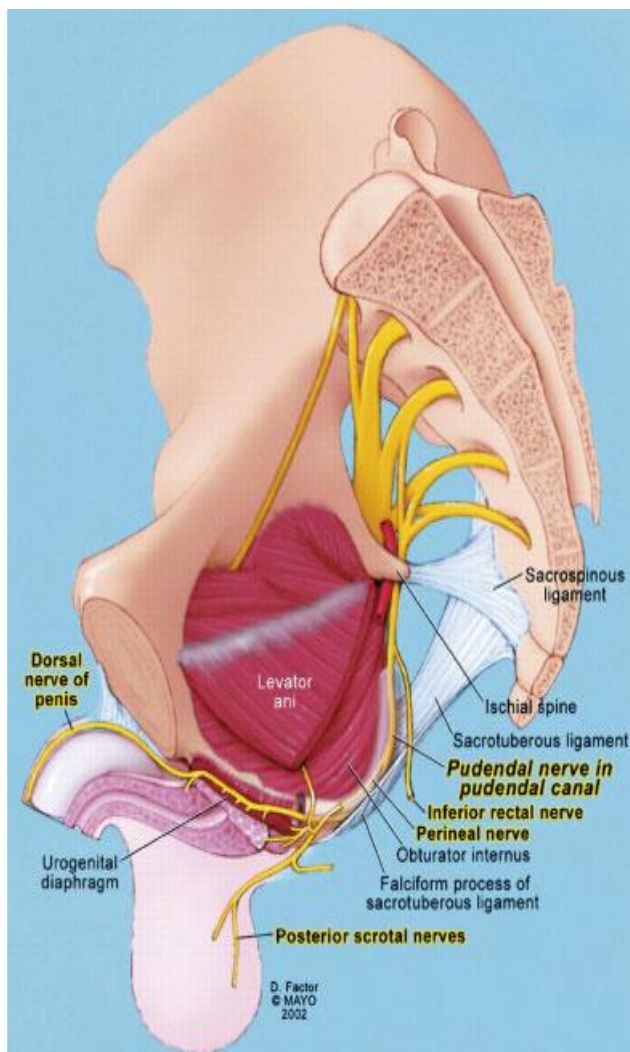
Anexo 2. Radiografía antero-posterior de un ciclista sentado en el sillín. El curso aproximado de las arterias pudendas internas bilaterales desde su origen en la arteria ilíaca común hasta su terminación en el pene en color rojo. Obsérvese el potencial de compresión de las arterias entre la sínfisis púbica y la nariz del sillín (5).



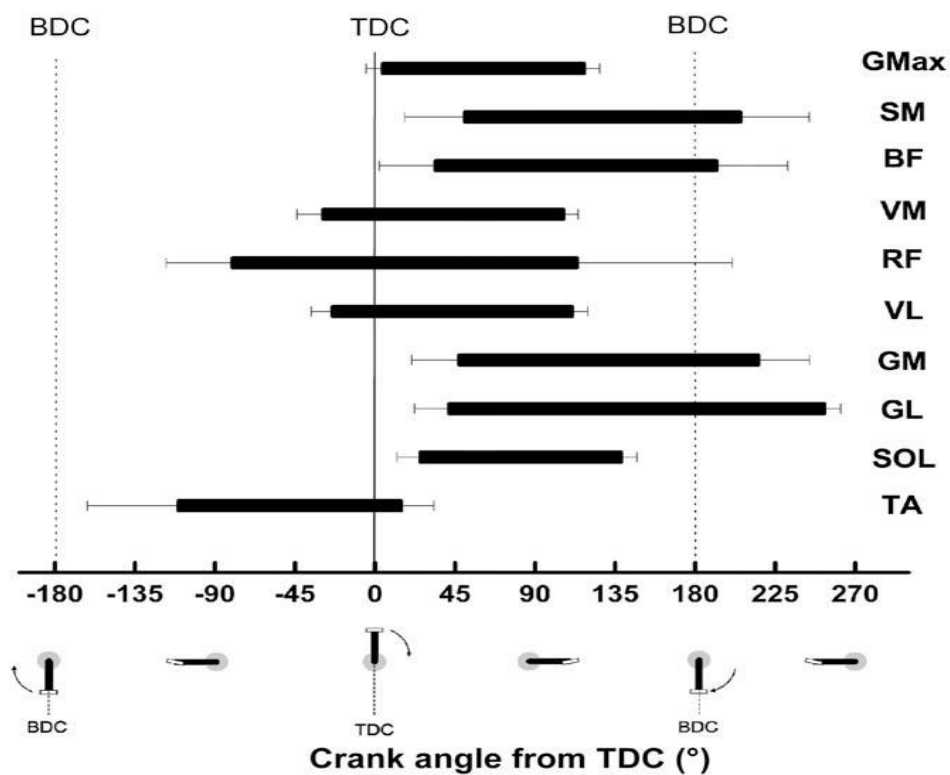
Anexo 3. Compresión arterial perineal inducida por el movimiento de la pelvis hacia anterior (1).



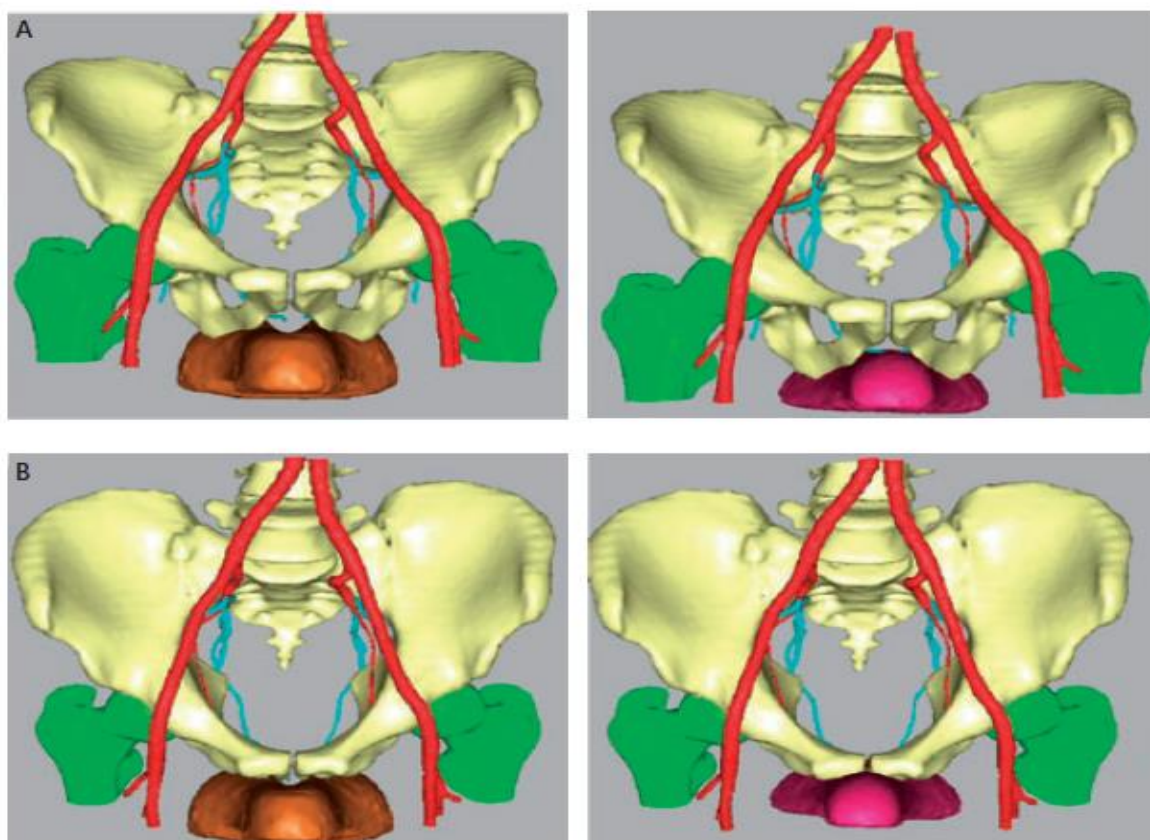
Anexo 4. Recorrido anatómico y zonas de atrapamiento del nervio pudendo (30).



Anexo 5. Comienzo medio, desplazamiento y duración de la fase de actividad mediante electromiografía indicada por barras horizontales para 10 músculos de las extremidades inferiores (63).



Anexo 6. Visión frontal de diferentes posiciones pélvicas en diferentes sillines y evaluación del espacio disponible entre el asiento y la pelvis. El asiento marrón con hueco central. El asiento rosa plano. A: Ciclista con inclinación parcial hacia adelante con brazos extendidos. B: Ciclista en una inclinación completa hacia adelante similar a la utilización de barras aerodinámicas (22).



Anexo 7: Criterios diagnósticos para la neuralgia del pudendo por atrapamiento.
Criterio de Nantes (36).

TABLE I. Diagnostic Criteria for Pudendal Neuralgia by Pudendal Nerve Entrapment

Essential criteria

- Pain in the territory of the pudendal nerve: from the anus to the penis or clitoris
- Pain is predominantly experienced while sitting
- The pain does not wake the patient at night
- Pain with no objective sensory impairment
- Pain relieved by diagnostic pudendal nerve block

Complementary diagnostic criteria

- Burning, shooting, stabbing pain, numbness
- Allodynia or hyperpathia
- Rectal or vaginal foreign body sensation (sympathalgia)
- Worsening of pain during the day
- Predominantly unilateral pain
- Pain triggered by defecation
- Presence of exquisite tenderness on palpation of the ischial spine
- Clinical neurophysiology findings in men or nulliparous women

Exclusion criteria

- Exclusively coccygeal, gluteal, pubic or hypogastric pain
- Pruritus
- Exclusively paroxysmal pain
- Imaging abnormalities able to account for the pain

Associated signs not excluding the diagnosis

- Buttock pain on sitting
 - Referred sciatic pain
 - Pain referred to the medial aspect of the thigh
 - Suprapubic pain
 - Urinary frequency and/or pain on a full bladder
 - Pain occurring after ejaculation
 - Dyspareunia and/or pain after sexual intercourse
 - Erectile dysfunction
 - Normal clinical neurophysiology
-

Anexo 8: Relación entre sintomatología, histopatología y hallazgos clínicos en la fisiopatología de la compresión neviosa (10).

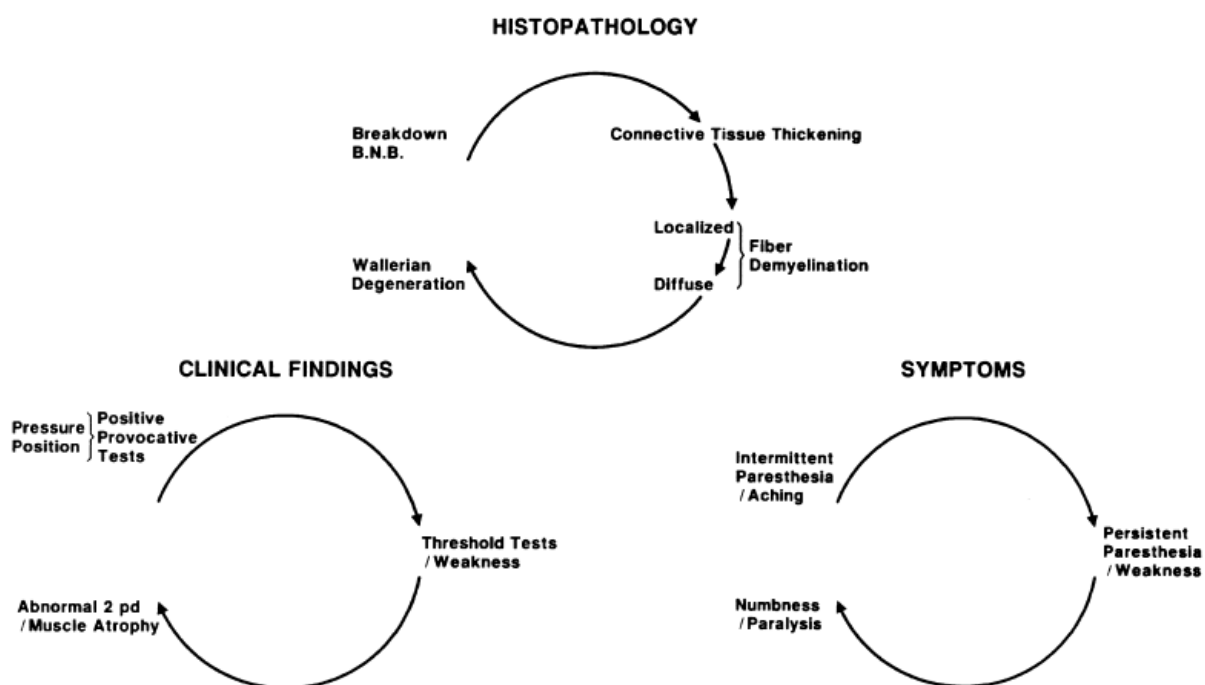
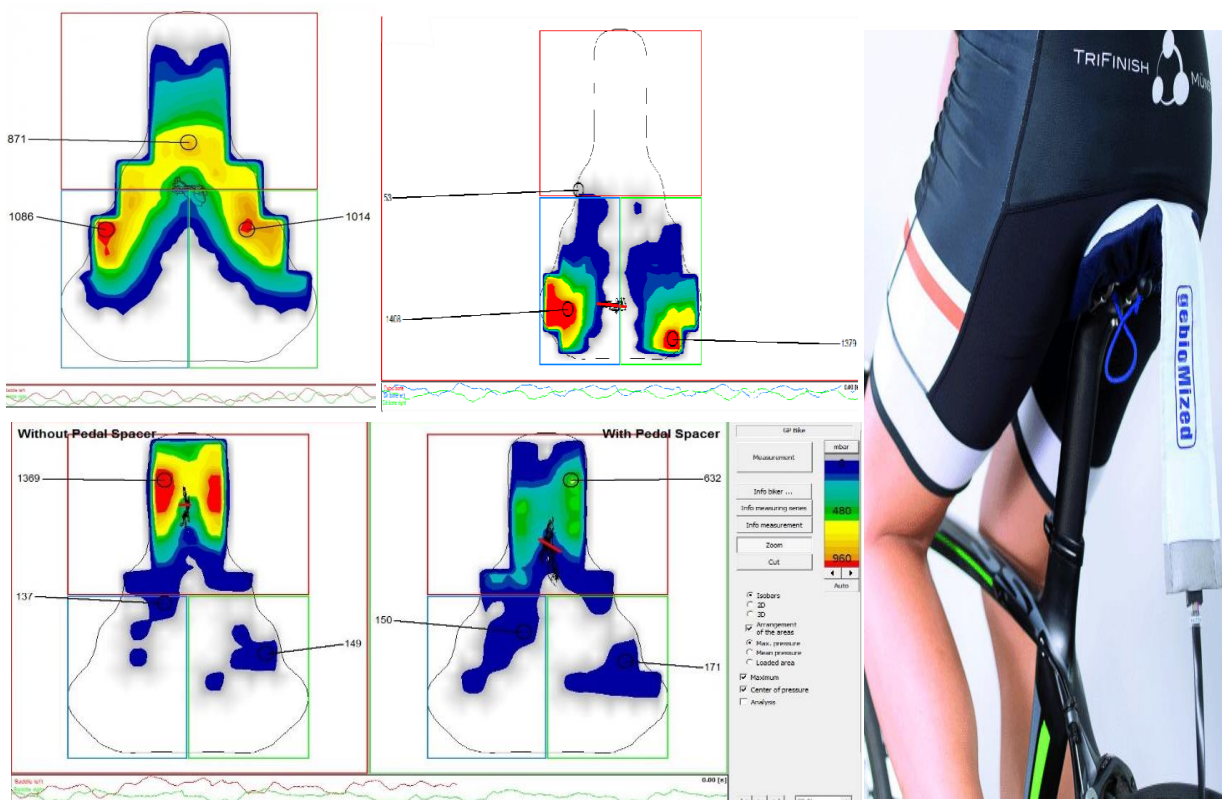


Fig. 5. The clinical presentation and clinical findings parallel the histopathology of chronic nerve compression.

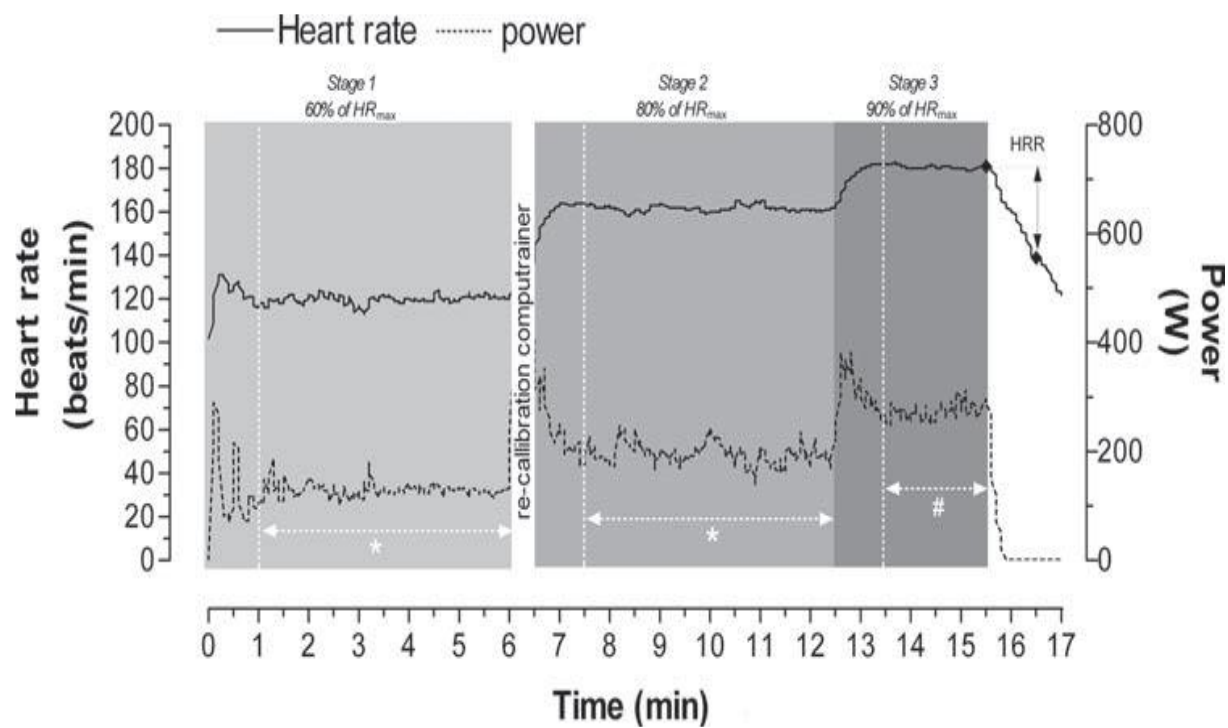
Anexo 9: Medidor de presiones en el sillín de la empresa gebioMized (gebioMized saddle check GP-Bike) utilizado en el estudio para objetivar y cuantificar presiones en las partes blandas del periné. Permite valorar una correcta sedestación en la bicicleta, apoyo de las tuberosidades isquiáticas y establecer un feedback visual directo con el sujeto de cómo debe sentarse.



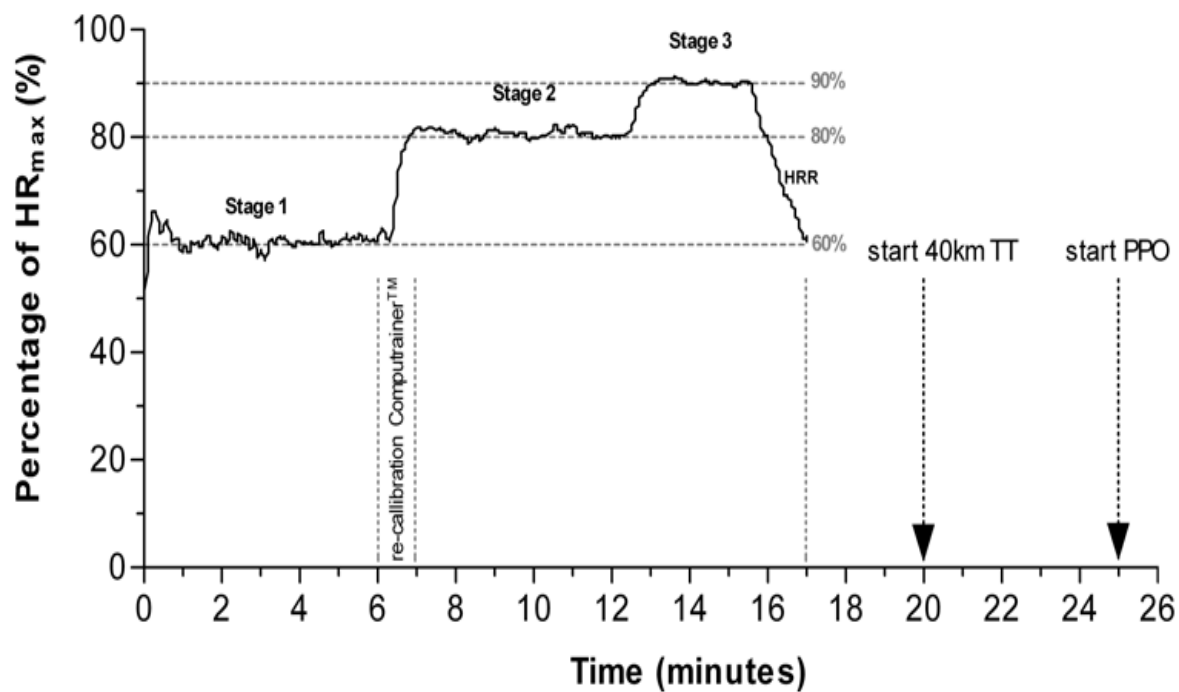
Anexo 10: Cuestionario internacional de la función eréctil. Versión de 15 preguntas (90).

IIEF (International Index of Erectile Function)						
Durante las 4 últimas semanas:	Sin activ sexual	Casi nunca o nunca	Menos de la ½ de veces	La ½ de las veces	Más de la ½ de las veces	Casi siempre o siempre
1. ¿Con qué frecuencia logró una erección durante la activ sexual?	0	1	2	3	4	5
2. Cuando tuvo erección, ¿con qué frecuencia fue suficiente la rigidez para la penetración?	0	1	2	3	4	5
3. ¿Con qué frecuencia logró penetrar a su pareja?	0	1	2	3	4	5
4. ¿Con qué frecuencia logró mantener la erección después de la penetración?	0	1	2	3	4	5
	Sin activ sexual	Extrem difícil	Muy difícil	Difícil	Algo difícil	Sin dificultad
5. ¿Cuál fue el grado de dificultad para mantener la erección hasta completar la relación sexual?	0	1	2	3	4	5
	Ninguna	1-2 veces	3-4 veces	5-6 veces	7-10 veces	11 o más
6. ¿Cuántas veces intentó una relación sexual?	0	1	2	3	4	5
	Sin activ sexual	Casi nunca o nunca	Menos de la ½ de veces	La ½ de las veces	Más de la ½ de las veces	Casi siempre o siempre
7. ¿Con qué frecuencia resultó satisfactoria para usted?	0	1	2	3	4	5
	Sin activ sexual	Nada	No mucho	Algo	Bastante	Mucho
8. ¿Cuánto ha disfrutado la relación sexual?	0	1	2	3	4	5
	Sin activ sexual	Casi nunca o nunca	Menos de la ½ de veces	La ½ de las veces	Más de la ½ de las veces	Casi siempre o siempre
9. Durante la estimulación o la relación sexual, ¿con qué frecuencia eyaculó?	0	1	2	3	4	5
10. Durante la relación sexual, ¿con qué frecuencia tuvo orgasmo (con o sin eyaculación)?	0	1	2	3	4	5
		Casi nunca	En algunos momentos	Buena parte del tiempo	La > parte del tiempo	Casi siempre o siempre
11. ¿Con qué frecuencia ha tenido un deseo sexual?		1	2	3	4	5
		Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
12. ¿Cómo calificaría su nivel de deseo sexual?		1	2	3	4	5
		Muy insatisfecho	Bastante insatisfecho	Indiferente	Satisfecho	Muy satisfecho
13. ¿Cuál ha sido su satisfacción con su vida sexual en general?		1	2	3	4	5
14. ¿Cuál ha sido su satisfacción en la relación sexual con su pareja?		1	2	3	4	5
		Muy bajo o nulo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
15. ¿Cómo calificaría la confianza que tiene en poder lograr y mantener una erección?		1	2	3	4	5

Anexo 11: Representación de la frecuencia cardiaca de ciclistas y el perfil de potencia generada durante un LSCT (106).

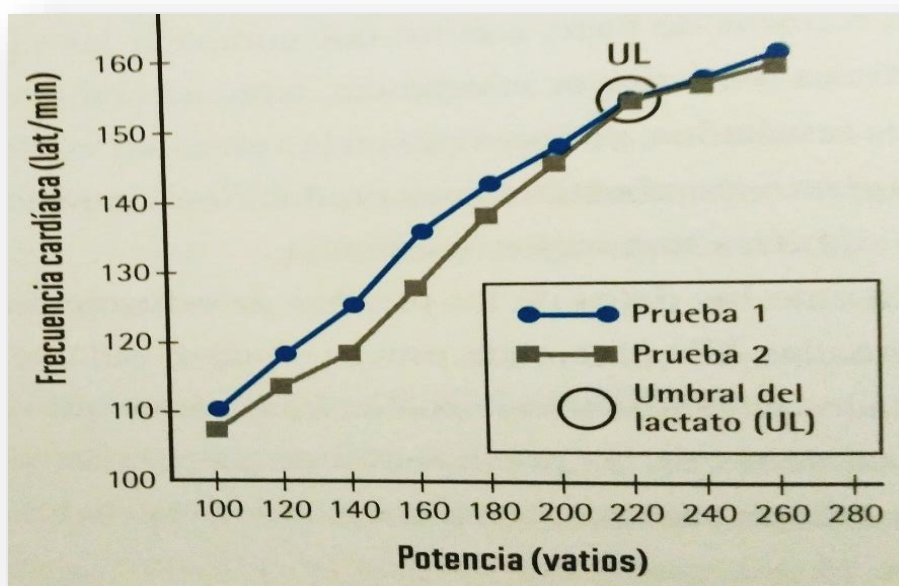


Anexo 12: Protocolo de calentamiento (LSCT) que muestra la duración de la carga de trabajo y el inicio de la prueba PPO después del calentamiento (108).



Anexo 13: Relación de las distintas zonas de entrenamiento en ciclismo respecto al resultado de la frecuencia cardíaca máxima y el potencial de umbral de lactato obtenidos a partir de las pruebas de esfuerzo (109,110).

1. Ejemplo de dos pruebas de esfuerzo en ciclismo con el rodillo computrainer (109).



2. Relación entre la escala del esfuerzo percibido (EEP) de Borg y las zonas de entrenamiento (110).

ZONA		EEP	DESCRIPCIÓN
1	Recuperación	6	Muy, muy suave
		7	
		8	
2	Resistencia extensiva	9	Muy suave
		10	Algo suave
		11	
3	Resistencia intensiva	12	Algo duro
		13	
		14	
4	Umbral	15	Duro
5a	Umbral	16	Muy duro
5b	Resistencia anaeróbica	17	
		18	
5c	Potencia	19	Muy, muy duro
		20	

3. Relación entre las zonas de entrenamiento en ciclismo y la frecuencia cardíaca a partir del potencial de umbral de lactato. Fr. cardíaca del umbral de lactato (Columna 5A) (110).

ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5A	ZONA 5B	ZONA 5C
Recuperación	Resistencia extensiva	Resistencia intensiva	Por debajo del umbral	Por encima del umbral	Capacidad anaeróbica	Potencia
90-108	109-122	123-128	129-136	137-140	141-145	146-150
91-109	110-123	124-129	130-137	138-141	142-146	147-151
91-109	110-124	125-130	131-138	139-142	143-147	148-152
92-110	111-125	126-130	131-139	140-143	144-147	148-153
92-111	112-125	126-131	132-140	141-144	145-148	149-154
93-112	113-126	127-132	133-141	142-145	146-149	150-155
94-112	113-127	128-133	134-142	143-145	146-150	151-156
94-113	114-128	129-134	135-143	144-147	148-151	152-157
95-114	115-129	130-135	136-144	145-148	149-152	153-158
95-115	116-130	131-136	137-145	146-149	150-154	155-159
97-116	117-131	132-137	138-146	147-150	151-155	156-161
97-117	118-132	133-138	139-147	148-151	152-156	157-162
98-118	119-133	134-139	140-148	149-152	153-157	158-163
98-119	120-134	135-140	141-149	150-153	154-158	159-164
99-120	121-134	135-141	142-150	151-154	155-159	160-165
100-121	122-135	136-142	143-151	152-155	156-160	161-166
100-122	123-136	137-142	143-152	153-156	157-161	162-167
101-123	124-137	138-143	144-153	154-157	158-162	163-168
101-124	125-138	139-144	145-154	155-158	159-163	164-169
102-125	126-138	139-145	146-155	156-159	160-164	165-170
103-126	127-140	141-146	147-156	157-160	161-165	166-171
104-127	128-141	142-147	148-157	158-161	162-167	168-173
104-128	129-142	143-148	149-158	159-162	163-168	169-174
105-129	130-143	144-148	149-159	160-163	164-169	170-175
106-129	130-143	144-150	151-160	161-164	165-170	171-176
106-130	131-144	145-151	152-161	162-165	166-171	172-177
107-131	132-145	146-152	153-162	163-166	167-172	173-178
107-132	133-146	147-153	154-163	164-167	168-173	174-179
108-133	134-147	148-154	155-164	165-168	169-174	175-180
109-134	135-148	149-154	155-165	166-169	170-175	176-181
109-135	136-149	150-155	156-166	167-170	171-176	177-182
110-136	137-150	151-156	157-167	168-171	172-177	178-183
111-137	138-151	152-157	158-168	169-172	173-178	179-185
112-138	139-151	152-158	159-169	170-173	174-179	180-186
112-139	140-152	153-160	161-170	171-174	175-180	181-187
113-140	141-153	154-160	161-171	172-175	176-181	182-188
113-141	142-154	155-161	162-172	173-176	177-182	183-189
114-142	143-155	156-162	163-173	174-177	178-183	184-190
115-143	144-156	157-163	164-174	175-178	179-184	185-191
115-144	145-157	158-164	165-175	176-179	180-185	186-192
116-145	146-158	159-165	166-176	177-180	181-186	187-193
116-146	147-159	160-166	167-177	178-181	182-187	188-194
117-147	148-160	161-166	167-178	179-182	183-188	189-195
118-148	149-160	161-167	168-179	180-183	184-190	191-197
119-149	150-161	162-168	169-180	181-184	185-191	192-198
119-150	151-162	163-170	171-181	182-185	186-192	193-199
120-151	152-163	164-171	172-182	183-186	187-193	194-200
121-152	153-164	165-172	173-183	184-187	188-194	195-201
121-153	154-165	166-172	173-184	185-188	191-195	196-202
122-154	155-166	167-173	174-185	186-189	190-196	197-203
122-155	156-167	168-174	175-186	187-190	191-197	198-204
123-156	157-168	169-175	176-187	188-191	192-198	199-205
124-157	158-169	170-176	177-188	189-192	193-199	200-206
124-158	159-170	171-177	178-189	190-193	194-200	201-207
125-159	160-170	171-178	179-190	191-194	195-201	202-208
125-160	161-171	172-178	179-191	192-195	196-202	203-209
126-161	162-172	173-179	180-192	193-196	197-203	204-210
127-162	163-173	174-180	181-193	194-197	198-204	205-211
127-163	164-174	175-181	182-194	195-198	199-205	206-212

Anexo 14: Técnicas de fisioterapia empleadas en el estudio

1. Liberación de los tejidos conectivos del triángulo de la fosa isquiorrectal (115).



2. Técnica de liberación para la fascia endopelvica, músculo pubococcígeo y esfínter urinario (118).

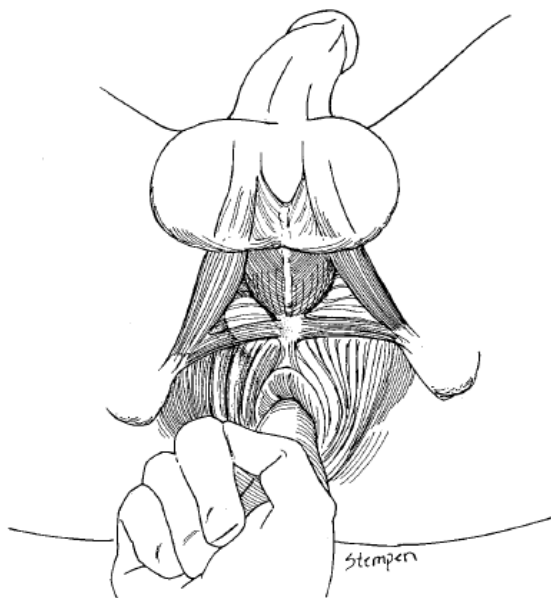
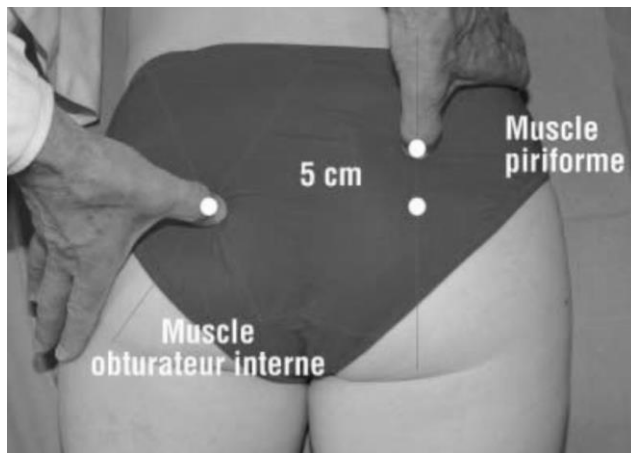


FIG. 3. Lateral and inferior stretching of puboprostate, urogenital diaphragm and urinary sphincter.

3. Localización anatómica y palpatoria del músculo piriforme y obturador interno para las técnicas de liberación por presión (117).



4. Técnicas contracción-relajación para el músculo piriforme (117).



5. Técnica contracción-relajación músculo psoas iliaco (117).



6. Técnica contracción-relajación obturador interno (117).



7. Técnicas de liberación del obturador interno vía rectal y externa (117,118).



FIG. 4. Compression and stretching of obturator internus muscle assisted by external stretching.



8. Técnicas de inhibición externas para el elevador del ano (117).



9. Técnicas de inhibición externa para el transverso profundo del periné (117).



FICHA DE EVALUACIÓN [Anexo 15]

Código del paciente:

x/x/x

Medición nº:

Fecha:

3 meses de estudio: medición inicial (Medición 0) + 6 mediciones:

- **Medición 1:** d+e+f+g (2ª semana)
- **Medición 2:** b+c+d+e+f+g (1º mes o 4ª semana)

Se repite los 3 meses.

- **Medición 6:** a+b+c+d+f+g (incorporación IIEF-15)

Variables clínicas y de perfil de grupo (fijas desde la primera medición antes de realizar la intervención)

- Edad:
- IMC: peso(kg)/altura (m²) → a) infrapeso b) normopeso c) sobrepeso
- Kilómetros recorridos a la semana a) 0 a 100 b) 100 a 200 c) 200 a 300 d) 300 a 400

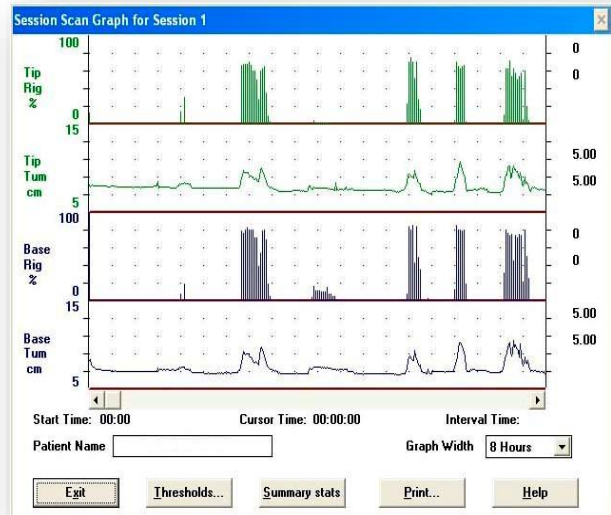
Variables de estudio:

- a) Resultado IIEF-15 (sólo en la primera y en la última medición)
 - Antes:
 - Finalizar el estudio:

Interpretación del resultado			
Dominios	Puntuación	Severidad de la disfunción eréctil (puntuación en el dominio de función eréctil)	
Función eréctil (P1-5 y P15)		Severa	6-10
Satisfacción en la relación sexual (P6-8)		Moderada	11-16
Función orgásmica (P9-10)		Leve	17-25
Deseo sexual (P11-12)		Sin disfunción eréctil	26-30
Satisfacción global (P13-14)			

b) Rigiscan Plus

- Número de erecciones:
- Rigidez: x%
- Duración: x minutos
- Tumescence activity units (TAUs) y Rigidity activity units (RAUs) en la base y punta



c) Ecografía Doppler duplex

- Flujo arterial sistólico:
- Índice de resistencia:

d) Intensidad del dolor-Escala EVA



Resultados

Dolor en reposo:

Dolor en la sedestación:

e) Dolor a la presión:

- Algómetro



Resultados

1ª medición:

Final de semana:

- Escala de 7 niveles de beco:

Resultados
0 = sin dolor, 1 = dolor leve, 2 = dolor leve con signo de Tinel (irradiación del dolor), 3 = dolor moderado, 4 = dolor moderado con signo de Tinel, 5 = dolor intenso, 6 = dolor intenso con signo de Tinel.
1ª medición:
Final de semana:

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

f) Restricción tejido conectivo

- Skin rolling Test:

Resultados
Sensación subjetiva manual del fisioterapeuta:
0: Restricción total, no se puede agarrar 1: Restricción: Se puede agarrar con dificultad pero imposibilidad para realizar el test. 2: Se puede agarrar pero el deslizamiento es dificultoso perdiendo el agarre. 3: Correcto agarre y leve restricción en el deslizamiento 4: Ausencia de restricción, correcta movilidad
Sensación subjetiva del paciente
Dolor según escala EVA y presencia de irradiación del pudendo 0: No irradiación 1: irradiación

g) Cuestionario genital numbness en entrenamiento:

- ¿Te aparece el dolor? Si o No
- Sí me aparece. ¿En qué momento te ha aparecido durante el entrenamiento? Tiempo:
- Una vez que te bajas de la bici. ¿Continúa el dolor o entumecimiento? Si o No
- Sí me continúa. ¿Durante cuánto tiempo te continúa? (Minutos, horas, días)

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL ESTUDIO PILOTO

[Anexos 16]

Efectividad de la terapia manual miofascial en el suelo pélvico combinada con un bike fit y reeducación ergonómica de la postura para el tratamiento de los trastornos urogenitales por la compresión perineal del ciclista

Qué es el entumecimiento genital y qué riesgos presenta una continua compresión perineal en ciclismo.

Es una sensación de ardor, hormigueo, adormecimiento parcial o constante en la zona genital que afecta a estructuras vasculares y nerviosas en el área perineal. Afecta a ciclistas no profesionales que entrenan con regularidad varios días por semana y se incrementa cuando aumentan las horas de entrenamiento. Una mala postura y componentes de la bicicleta no adecuados a la anatomía y características de cada ciclista aumentan el riesgo de padecerlo.

Objetivo que persigue el estudio: determinar la efectividad de la fisioterapia y de una reeducación ergonómica de la postura mediante un bike fit en este trastorno y la diferencia en la mejoría cuando son combinadas para mejorar la intensidad del dolor, función eréctil, irrigación sanguínea peneana y la reducción o desaparición total del entumecimiento genital durante y después de la práctica deportiva.

Metodología empleada: se realizará un estudio piloto experimental, comparativo, controlado con ciego simple donde la intervención constará de 12 semanas. Estará formado por dos grupos de 30 hombres, ciclistas de carretera, entre 26 a 50 años de edad, divididos mediante una aleatorización estratificada de tipo simple.

Tratamiento que puede ser administrado: dependerá del grupo asignado al azar. El grupo control recibirá el bike fit más los cambios ergonómicos, para realizar un entrenamiento posterior de 3 días a la semana con reposo de 48 horas entre ellos. El grupo de investigación realizará las medidas anteriores pero intercambiará el reposo por fisioterapia del suelo pélvico.

Beneficios derivados del estudio: resultados significativos resultaría un método eficaz y económico para la mejora del estado de salud y la abolición de los síntomas durante y después de la práctica ciclista

Riesgo: Los riesgos derivados de la punción seca superficial son mínimos. No obstante, se tomarán las precauciones y márgenes de seguridad adecuados.

Yo _____ con

DNI _____

- ✓ He leído la hoja de información que se me ha entregado, he podido recibir respuestas acerca de todas las cuestiones que me han surgido del estudio y he recibido suficiente información sobre el ensayo clínico.
- ✓ Comprendo que mi participación es voluntaria.
- ✓ Y entiendo que puedo abandonar el estudio: cuando quiera, sin tener que dar explicaciones.

Por ello, presto libremente mi conformidad para participar en el ensayo:

Fecha: ____/____/____

Firma del participante

Todos los datos y documentos personales serán guardados y preservados con la mayor privacidad personal posible cumpliendo con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.